

온실가스과 미세먼지 저감 위한
경제적 수단 도입 방안

황인창 백종락



온실가스와 미세먼지 저감 위한 경제적 수단 도입 방안

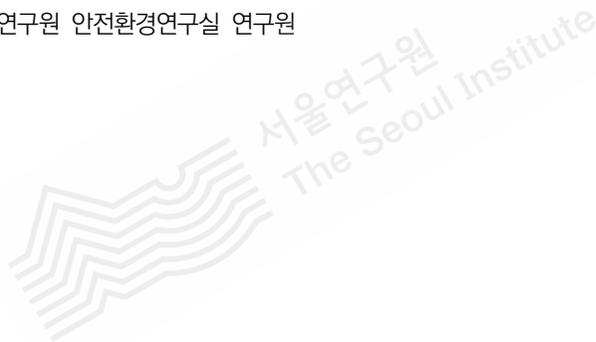


연구책임

황인창 서울연구원 안전환경연구실 부연구위원

연구진

백종락 서울연구원 안전환경연구실 연구원



이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

시장메커니즘 활용한 건물 온실가스 총량제와 탄소 등 오염물질 배출기반 자동차세 도입해야

기후변화·미세먼지, 단순 환경문제 넘어 우리가 해결할 중요한 사회문제

최근 기후변화와 미세먼지는 단순한 환경문제를 넘어 우리 사회가 해결해야 할 중요한 사회문제 중 하나가 되었다. 기후변화와 미세먼지는 더 이상 관련분야 연구자나 시민 활동가들에게만 국한된 이슈가 아니라, 정치, 경제, 사회, 문화 전반에 걸쳐 다루어지는 사회적 이슈가 되었다. 단적인 예로 정부는 2019년에 미세먼지를 사회적 재난의 하나로 규정하였으며, 2020년에는 우리 사회의 중장기 발전과제로 한국판 뉴딜을 제시하였는데, 한국판 뉴딜의 핵심 분야 중 하나는 기후변화 대응이 중심이 되는 그린뉴딜이다. 또한 서울시는 2020년 7월에 그린뉴딜을 주요 수단으로 하는 탄소중립 목표와 전략을 제시하였으며, 문재인 정부는 2020년 11월에 국회 시정연설에서 탄소중립 목표를 제시하였다. 이러한 일이 가능해진 것은 여러 설문조사를 통해 확인할 수 있듯이 시민들의 인식이 향상되면서 적극적인 기후환경변화 대응 정책을 수립해나갈 것을 요구하고 있기 때문이다. 기후변화와 미세먼지는 이제 시민 대다수가 관심을 갖고 있는 주요한 사회적 문제이며, 이를 해결하기 위해 대규모 예산을 투입하는 것이 어색하지 않은 주요 공공정책 중 하나가 되어가고 있다.

명령통제 방식 아닌 경제적 수단으로 시민·기업이 행동하도록 유도할 시점

서울의 온실가스와 미세먼지 대부분은 건물과 수송부문의 에너지소비 과정에서 배출된다. 따라서 서울은 건물과 수송부문을 중심으로 강한 에너지관리 정책을 마련하고 이행해나가야 한다. 서울시는 이러한 점을 인지하고 있으며, 2010년대 초반부터 원전하나 줄이기, 태양의 도시 서울 등을 통해 적극적으로 에너지정책을 시행해왔다.

또한 서울은 미세먼지 10대 대책, 생활권 미세먼지 그물망 대책 등을 통해 에너지소비 과정에서 배출되는 미세먼지 저감을 주요 과제로 다루어왔다. 이러한 사업을 통해 서울은 가정과 수송부문을 중심으로 온실가스와 미세먼지 배출을 줄이는 성과를 거둔 것도 사실이다. 특히 같은 기간 국내 온실가스 배출량은 큰 폭으로 증가해왔다는 점을 감안하면, 서울의 성과는 더욱 돋보인다고 할 수 있다.

그러나 2010년대 중반 이후 최근까지 서울의 온실가스와 미세먼지 배출량은 정체하거나 오히려 증가하는 경향을 보이고 있다. 폭염과 한파, 대기정체, 외부 오염물질유입 등 외부요인이 중요한 영향을 미친 것도 사실이지만, 한편으론 그동안 정부와 서울시가 추진해왔던 명령통제 방식의 정책수단이 이제는 어느 정도 한계를 드러내고 있는 것이라고 해석할 수도 있다. 이제는 시장이 반응할 수 있도록 유연한 제도를 마련하고 개별 주체들이 더 큰 역할을 담당할 수 있도록 하는 작업이 필요하다. 시민과 기업이 깨끗한 공기와 안정적 기후와 같은 공동의 자원(공공재)을 지속가능한 방식으로 이용할 수 있도록 하기 위해서는 개개인이 공공재의 가치(또는 반대로 공공재 훼손으로 인해 발생할 수 있는 피해비용)를 내재화할 수 있도록 하는 장치를 마련해야 한다. 이른바 경제적 수단을 통해 시민과 기업의 행동을 변화시킬 수 있어야 한다.

건물·수송부문, 배출권거래제도 등 시장메커니즘 활용 해외사례 늘어

환경 분야에서 시장메커니즘을 활용하는 대표적인 정책수단은 탄소가격제도(carbon pricing)이다. 현재 세계적으로 60개의 탄소가격제도가 시행되고 있으며, 탄소가격제도가 다루는 온실가스의 양은 전 세계 총 배출량의 16.0%를 차지하고 있다. 앞으로 시행을 계획 중인 것까지 포함하면 탄소가격제가 다루는 온실가스는 22.3%까지 늘어날 전망이다. 도시와 지자체 단위에서는 미국과 캐나다의 7개 지역에서 탄소세를 시행하고 있으며, 미국, 캐나다, 중국, 일본의 28개 지역에서 배출권거래제도를 시행하고 있다.

건물과 수송부문에서도 온실가스와 대기오염문제를 해결하기 위해 시장메커니즘을 활용하는 사례가 늘어나고 있다. 예를 들어 도쿄와 뉴욕은 시장메커니즘을 활용해 건물주와 이해관계자의 인센티브 구조를 조정함으로써 건물부문에서의 온실가스를 획기적으로 줄이려 하고 있다. 구체적으로 도쿄에서는 2010년부터 상업용 건물을 중심으로 총량할당과 거래방식을 사용하는 배출권거래제도를 도입하였으며, 이를 통해 기

준연도(2002~2007년 중 3개년 평균) 대비 총량할당 대상 건물의 온실가스 배출량을 2018년까지 27% 감축할 수 있었다. 뉴욕은 최근 기후동원법(climate mobilization act)을 제정하면서 2024년부터 시장메커니즘을 활용한 건물 온실가스 총량제를 도입하기로 하였다. 유럽 대부분의 국가에서는 주행거리당 탄소배출(g/km)에 기반한 자동차 세제(등록단계 또는 보유단계 세금)를 운영하고 있으며, 독일과 이탈리아를 포함한 유럽 7개국에서는 대기오염물질배출(자동차 배기가스 등급)에 기반한 자동차 세제를 추가적으로 운영하고 있다. 오스트리아와 런던에서는 자동차 배기가스 등급에 따라 자동차 통행료를 차등하여 부과하고 있다. 성과평가 결과, 탄소배출 기반 자동차 세제를 강하게 시행하고 있는 국가(노르웨이, 네덜란드 등)에서 대체로 자동차 평균 온실가스 배출원단위가 가장 낮고, 개선 속도도 높은 것으로 나타나고 있다.

건물부문: 비주거용 중대형 건물 대상 배출권거래 기반 온실가스 총량제 도입

건물부문에서는 단기적으로는 도쿄와 뉴욕 등에서 성공적으로 시행하고 있거나 도입할 예정인 건물 온실가스 총량제를 서울시에도 도입하되, 제도가 효율적으로 운영될 수 있도록 상업과 공공 등 비주거용 건물 중에서 중대형 건물을 대상으로 하여 벤치마크방식의 온실가스 총량제를 도입하는 것을 제안한다. 총량 할당량을 달성하지 못한 건물에게는 초과 배출한 온실가스 양에 비례해 부담금을 부과하는 방법을 사용할 필요가 있다. 중장기적으로는 민간건물에 대한 온실가스 총량제 대상범위를 점진적으로 확대할 것을 제안한다. 현재 서울시는 2023년부터 연면적 10천㎡ 이상 건물에 대해 온실가스 총량제를 도입할 계획이다. 2026년부터는 5천㎡ 이상, 2030년부터는 3천㎡ 이상 건물 등으로 대상을 확대할 수 있을 것이다. 다만, 총량제 대상을 확대할 경우 관리대상이 크게 늘어나 행정적 비용이 과다해질 수 있기 때문에 행정적 비용과 환경적 효과를 비교해서 대상범위를 정해야 할 것이다. 연차별로 총량제 대상을 확대하더라도 총량제 대상에 포함되지 않는 건물에 대해서는 온실가스를 자발적으로 감축하여 대규모 건물에 감축량을 판매하거나 향후 규제대상에 포함될 때를 대비하여 보유하고 있을 수 있도록 해야 할 것이다.

인센티브 문제를 해결하기 위해서는 중장기적으로는 배출권거래시스템을 도입할 필요가 있다. 이러한 시장메커니즘은 벤치마크보다 온실가스 배출원단위가 낮은 건물이 추가적으로 온실가스 감축을 위해 노력해야 할 동기가 될 수 있으며, 온실가스 감축을

위한 한계비용이 높은 건물에는 비용 효과적으로 규제를 이행할 수 있는 방법이 될 수 있다. 배출권거래제도 운영방식은 도쿄 사례와 국가 ETS 방식 등을 참고하여 [표 1]과 같이 정할 수 있다. 관련하여 우선 2021년에는 배출권거래제 도입을 위한 타당성 연구를 수행하고, 타당성 검토 결과를 바탕으로 2023년까지 거래시스템을 개발할 것을 제안한다. 2024년부터 2025년까지는 시스템 시범운영을 하고, 2026년부터 배출권거래 시스템을 본격적으로 도입할 것을 제안한다.

[표 1] 서울시 건물 온실가스 배출권거래제도(ETS) 도입 방안(안)

구분	도입 방안	비고
목표	서울 온실가스 감축 목표와 연계	2030년까지 2005년 대비 40% 감축, 2050년 탄소중립 달성
이행기간	2026년 도입, 5년 단위 이행기간 설정	
감축대상	서울시 건물 온실가스 총량제 대상 건물 (단위면적 기준)	국가 ETS는 배출량 기준으로 법인 단위
대상 온실가스	건물에서 사용하는 전기, 지역난방, 도시가스에서 발생하는 온실가스(전력과 열의 간접배출 포함)	국가 ETS는 직접배출만을 고려
할당방식	벤치마크 방식 무상할당	국가 ETS는 벤치마크와 유사할당 확대
	5개년 할당량 = 벤치마크 값(연간 배출량/면적) × 면적 × 이행기간	
	목표량을 초과해 감축한 실적에 대해서는 크레딧 부여 및 거래 허용	도쿄 ETS와 유사
이월 / 차입	이월은 인접 기간만 허용, 차입은 불가	
상쇄크레딧	ETS 비대상 건물 크레딧, 재생가능에너지 크레딧, 흡수원 크레딧	도쿄 ETS와 유사
MRV	제3자를 통한 검증 의무화	
패널티	전년도 연평균 탄소거래가격의 3배 벌금, 정보공개	국가 ETS와 유사
시장안정화조치	가격 폭등 시 상쇄크레딧 공급 조절	
거래시스템	별도 배출권 거래시스템 개발	도쿄 ETS와 차이

주: 건물 온실가스 총량제는 2021년 공공부문 시범사업을 시작으로 도입, 단계적 대상 확대. 다만, 배출권거래제 도입은 타당성 평가와 시스템 개발을 위한 시간 등을 고려해 2026년부터 도입 제안

수송부문: 탄소·미세먼지 등 오염물질 배출기반 자동차세 도입할 필요

수송부문에서는 단기적으로는 녹색교통진흥지역에서 시행하고 있는 친환경등급(배출가스 등급)에 따른 자동차운행제한의 대상을 확대하되, 시장메커니즘 요소를 반영해

위반 차량에 대한 과태료를 배출가스 등급에 따라 차등하는 방법을 제안한다. 또한 현재 남산터널에서 부과되고 있는 혼잡통행료를 개편해 자동차 배출가스 등급에 따라 통행료를 차등할 것을 제안한다. 중장기적으로는 녹색교통진흥지역을 서울 내 다른 지역으로도 확대하고, 이와 함께 새로 지정된 녹색교통진흥지역에서는 혼잡통행료도 함께 부과하는 방안을 제안한다. 참고로 서울시는 탄소중립 목표를 달성하기 위해 배출가스 등급에 따른 자동차 운행제한 대상 지역과 운행제한 차량을 점차 확대해나갈 계획이다. 운행제한 대상 지역이 확대되면 이와 연계해 혼잡통행료 구간도 확대할 수 있다. 이 경우에도 배출가스 등급에 따라 통행료나 과태료는 차등할 것을 제안한다. 또한, 수송부문에서는 중장기적으로 건물부문 배출권거래제도가 본격적으로 도입되는 시점(2026년 이후)에 맞추어 오염물질배출 기반 자동차 세제를 도입할 것을 제안한다. 유럽의 많은 국가에서 이미 시행하고 있는 것처럼, 차량의 규모나 판매가격에 따라 자동차세를 정하는 방식에서 환경에 미치는 부정적 영향을 기준으로 자동차세를 부과하는 방식으로 개편하는 것이다. 이때 개편 후 세수의 총액이 개편 전 세수의 총액과 같아지도록 세율을 조정하여 평균적인 차량 소유자의 부담이 커지는 것을 막을 필요가 있다. 물론 자동차 세제 개편은 서울시보다는 정부에서 다루어야 할 것이기에 정부 정책건의 사항으로 제시한다.

비용부담완화방안 마련, 총량제효과성 홍보로 이해관계자 수용성 높여야

건물주를 대상으로 한 설문조사 결과, 건물 온실가스 총량제와 관련하여 이해관계자의 수용성은 대체로 낮은 편이었다. 다만, 건물 연면적이 클수록 온실가스 총량제에 동의하는 비율이 반대하는 비율보다 높았는데, 수용성 측면에서도 중대형 건물을 시작으로 제도를 도입하는 것이 유리할 수 있음을 보여준다. 제도에 대해 동의하지 않는 응답자를 대상으로 이유를 살펴본 결과, 대부분은 건물 온실가스 총량관리를 위한 비용이 부담되거나, 온실가스 총량제의 온실가스 감축 효과가 작을 것으로 생각하기 때문이었다. 비용부담을 완화시킬 수 있는 방안을 마련하고 총량제의 효과성을 지속적으로 알리는 것이 수용성 측면에서 중요할 수 있음을 보여준다. 건물 온실가스 총량제 운영방식과 관련해서는 대부분 명령통제 방식보다는 배출권거래 방식이나 탄소세 부과(온실가스 초과 배출량에 대해 1kg당 요율을 정해 탄소세 부과) 방식을 더 선호하였다.

[표 2] 서울시 건물 온실가스 총량제에 대한 동의여부 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	매우 동의한다	대체로 동의한다	보통이다	대체로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
전체	301	2.0	21.6	40.5	34.6	1.3
500㎡ 이하	159	0.0	17.6	40.3	40.9	1.3
500㎡ 초과	142	4.2	26.1	40.8	27.5	1.4

목차

01 서론	2
1_연구배경과 목적	2
2_연구내용과 체계	5
02 국내 온실가스와 미세먼지 배출 특성 분석과 정책수단 현황	10
1_온실가스와 미세먼지 배출 현황	10
2_건물 에너지소비 특성 분석	15
3_수송 에너지소비 특성 분석	27
4_정책수단 현황	33
5_서울의 성과와 교훈	42
03 해외 건물부문 경제적 수단 사례분석	50
1_개요	50
2_도쿄 건물부문 배출권거래제도	51
3_뉴욕 건물부문 온실가스 총량제	57
4_성과평가와 시사점	67
04 해외 수송부문 경제적 수단 사례분석	72
1_개요	72
2_오염물질배출 기반 자동차 세제 사례 분석	77
3_오염물질배출 기반 통행료 사례 분석	93
4_성과평가와 시사점	99

05 이해관계자 인식과 정책 수용성 분석	108
1_ 설문조사 개요	108
2_ 건물 온실가스 관리 현황과 에너지 비용	111
3_ 기후변화 인식	115
4_ 정책 수용성	123
06 경제적 수단 도입 방안	136
1_ 건물부문	136
2_ 수송부문	143
참고문헌	149
부록	152
Abstract	162

표 목차

[표 2-1] 초미세먼지(PM2.5) 생성기작 분류	11
[표 2-2] 서울 주요 대기오염물질 배출량(2017년)	13
[표 2-3] 환경 표준의 유형	34
[표 2-4] 국내 자동차 관련 세제	42
[표 2-5] 국내 유류세 현황	42
[표 2-6] 서울시 미세먼지 그물망 대책	45
[표 3-1] 뉴욕 2009년 제정 지방법(local law) 주요내용	58
[표 3-2] 뉴욕 건물에너지 효율향상 프로젝트(2014년) 주요내용	59
[표 3-3] 뉴욕의 건물 유형별 온실가스 배출기준(벤치마크 값)	64
[표 3-4] 도쿄 배출권거래제도 의무 이행 방식	69
[표 4-1] 유럽의 탄소배출 기반 자동차 세제	74
[표 4-2] 유럽의 대기오염물질배출 기반 자동차 세제	74
[표 4-3] 유럽의 운행단계 유류세 기준	75
[표 4-4] 독일의 승용차 자동차세 기준과 세율	79
[표 4-5] 독일의 영업용차 자동차세 기준과 세율(3.5톤 이상 차량)	79
[표 4-6] 독일의 유류세	80
[표 4-7] 프랑스 저탄소차 보조금	80
[표 4-8] 프랑스 저탄소차 보조금(노후차 폐차 후 신차 구매 시)	81
[표 4-9] 프랑스 개인차량 자동차세 부과 기준	82
[표 4-10] 프랑스 법인차량 탄소배출에 따른 자동차세 부과 기준	83
[표 4-11] 프랑스 법인차량 대기오염물질 배출에 따른 자동차세 부과 기준	83
[표 4-12] 프랑스 유류세 구성	83
[표 4-13] 핀란드 탄소기반 등록세	84

[표 4-14] 핀란드 동력세율	85
[표 4-15] 핀란드 유류세율	85
[표 4-16] 아일랜드 탄소배출 기반 등록세율	86
[표 4-17] 아일랜드 NOx 배출 기반 등록세	86
[표 4-18] 아일랜드 탄소배출 기반 자동차세	87
[표 4-19] 아일랜드 유류세 구성	87
[표 4-20] 이탈리아 저탄소차량 보조금	88
[표 4-21] 이탈리아 탄소배출에 따른 부과금	88
[표 4-22] 이탈리아 승용차 자동차세 기본세율	89
[표 4-23] 이탈리아 유류세 구성	89
[표 4-24] 네덜란드 탄소배출 기반 등록세율(일반차량)	90
[표 4-25] 네덜란드 플러그인 하이브리드차 탄소배출 기반 등록세율	90
[표 4-26] 네덜란드 유류세 구성	91
[표 4-27] 스웨덴 기후보너스 제도	91
[표 4-28] 스웨덴 자동차세 산정식	92
[표 4-29] 스웨덴 유류세 구성	93
[표 4-30] 스톡홀름 혼잡통행료 효과	104
[표 5-1] 설문조사 개요	108
[표 5-2] 설문지 구성	109
[표 5-3] 응답자 분포	110
[표 5-4] 건축물 용도 구분	111
[표 5-5] 국내 건축물 온실가스 관련 제도 현황	112
[표 5-6] 건축물 관련 제도 해당 여부 응답결과	113
[표 5-7] 건물 온실가스 관련 사업 수행 여부 응답결과	113
[표 5-8] 건물 에너지비용 응답결과	114
[표 5-9] 기후변화 심각성 동의여부에 대한 응답결과	117
[표 5-10] 기후변화 피해 중 가장 우려되는 사항에 대한 응답결과	118
[표 5-11] 국제사회의 기후변화 대응노력 인지 여부 응답결과	119
[표 5-12] 국제사회의 기후변화 대응노력에 대한 서울시 동참 필요성 응답결과	120
[표 5-13] 국제사회의 기후변화 대응노력 동참 동의 이유 응답결과	120

[표 5-14] 국제사회의 기후변화 대응노력 동참 비동의 이유 응답결과	121
[표 5-15] 서울시 온실가스 감축목표에 대한 평가 응답결과	121
[표 5-16] 서울시 온실가스 감축노력에 대한 동참의향 응답결과	122
[표 5-17] 온실가스 감축노력 동참방법 우선순위 응답결과(1순위)	122
[표 5-18] 서울시 제로에너지건축 계획에 대한 동의여부 응답결과	125
[표 5-19] 서울시 제로에너지건축 계획에 대한 비동의 이유 응답결과	125
[표 5-20] 서울시 건물 온실가스 총량제에 대한 동의여부 응답결과	126
[표 5-21] 서울시 건물 온실가스 총량제에 대한 비동의 이유 응답결과	126
[표 5-22] 건물 온실가스 총량목표 설정방식 선호도 응답결과	127
[표 5-23] 건물 온실가스 총량제 페널티 방식 선호도 응답결과	127
[표 5-24] 건물 온실가스 감축정책 시행 전 선행되어야 할 것 응답결과(1순위)	128
[표 5-25] 건물 온실가스 감축 사업 인센티브 선호 응답결과(1순위)	129
[표 5-26] 건물 온실가스 감축사업에 따른 긍정적인 영향 응답결과(1순위)	131
[표 5-27] 건물 온실가스 감축사업에 따른 부정적인 영향 응답결과(1순위)	132
[표 5-28] 건물 온실가스 감축정책 도입에 따른 영향 종합판단 응답결과	133
[표 6-1] 서울형 ETS 도입 방안(안)	142
[표 6-2] 친환경등급에 따른 자동차운행제한 로드맵(안)	144

그림 목차

[그림 1-1] 서울 온실가스 배출 변화	5
[그림 1-2] 서울 대기오염물질별 에너지부문의 배출 비중(2016년)	6
[그림 1-3] 서울 부문별 초미세먼지(PM2.5) 농도 기여율	6
[그림 1-4] 연구체계도	8
[그림 2-1] 서울 초미세먼지 부문별 기여율	12
[그림 2-2] 서울 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	13
[그림 2-3] 서울 도로 이동오염부문 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	14
[그림 2-4] 서울 비도로 이동오염부문 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	14
[그림 2-5] 서울 건물부문 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)	15
[그림 2-6] 서울시 소재 건물의 수	16
[그림 2-7] 서울시 소재 건물 용도별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)	16
[그림 2-8] 서울시 소재 연면적별 건물의 수	16
[그림 2-9] 서울시 소재 건물 면적별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)	17
[그림 2-10] 서울시 소재 층고별 건물의 수	17
[그림 2-11] 서울시 소재 건물 층고별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)	17
[그림 2-12] 서울시 건물 연면적 변화	18
[그림 2-13] 서울시 용도별 신축 건물 평균 연면적 변화(단위: m^2)	19
[그림 2-14] 서울시 소재 건물 연간 에너지소비	19
[그림 2-15] 서울시 소재 건물 용도별 에너지소비 비중	20
[그림 2-16] 서울시 소재 건물 규모별 에너지소비 비율	21
[그림 2-17] 건물 규모별 에너지원 비중(상단: 소형, 중단: 중형, 하단: 대형)	21
[그림 2-18] 개별 건물 에너지소비 데이터 분석 과정	23
[그림 2-19] 서울시 소재 건물 평균 에너지원단위($kWh/m^2/연$)	24

[그림 2-20] 서울시 소재 건물 에너지원단위 분포	24
[그림 2-21] 서울시 소재 건물 규모별 에너지원단위 분포	25
[그림 2-22] 서울시 소재 건물 용도별 에너지원단위 분포	25
[그림 2-23] 서울시 소재 건물 월평균 에너지원단위	26
[그림 2-24] 서울시 소재 건물 월별 에너지원단위 편차	26
[그림 2-25] 건물 규모별 월평균 에너지원단위	27
[그림 2-26] 건물 용도별 월평균 에너지원단위	27
[그림 2-27] 서울시 자동차 등록대수	28
[그림 2-28] 서울시 연료별 자동차 비율(왼쪽: 2009년, 오른쪽: 2020년 10월)	28
[그림 2-29] 서울의 인구, GRDP, 자동차 등록대수 변화	29
[그림 2-30] 서울시 친환경 자동차 등록대수	29
[그림 2-31] 서울시 승용차 연식별 등록대수(왼쪽: 승용차, 오른쪽: 화물차)	30
[그림 2-32] 경유차 초미세먼지 배출계수(왼쪽: 승용차, 오른쪽: 화물차)	30
[그림 2-33] 도로 실주행 조건 질소산화물 배출계수(단위: g/km)	31
[그림 2-34] 자동차 주행거리당 연료소비	32
[그림 2-35] 연료별 자동차 온실가스 배출계수	32
[그림 2-36] 대표적 환경정책 수단 유형과 사례	35
[그림 2-37] 전 세계 탄소가격제도 현황	36
[그림 2-38] 중국 ETS 시범사업 지역	38
[그림 2-39] 전 세계 탄소가격 현황	39
[그림 2-40] 서울의 약속 비전체계도	44
[그림 2-41] 전 세계 주요도시 온실가스 배출 현황	46
[그림 2-42] 전 세계 주요도시 온실가스 배출 특성 분류	46
[그림 2-43] 기후변화 대응을 위한 자원마련 방안 선호도 설문조사 결과	48
[그림 3-1] C40 회원도시 온실가스 감축 잠재량	50
[그림 3-2] 도쿄 부문별 온실가스 배출 비중(2017년)	51
[그림 3-3] 도쿄 배출권거래제도 시행 과정	52
[그림 3-4] 도쿄 배출권거래제도 감축목표	53
[그림 3-5] 도쿄 배출권거래제도 이행방식	54
[그림 3-6] 도쿄 배출권거래제도에서 건물소유주와 세입자의 의무	55

[그림 3-7] 도쿄 배출권거래제도 이해관계자 수용성	56
[그림 3-8] 뉴욕 온실가스 감축 로드맵	57
[그림 3-9] 뉴욕 대형건물 단계별 개보수 방안	60
[그림 3-10] 뉴욕 개보수 촉진 프로그램	61
[그림 3-11] 뉴욕 건물 온실가스 총량제 대상 비중과 원단위 기준 충족 비율	63
[그림 3-12] 뉴욕 건물 온실가스 총량제 로드맵	65
[그림 3-13] 뉴욕 다가구주택 금융지원 프로그램	66
[그림 3-14] 도쿄 배출권거래제도 온실가스 감축 실적	68
[그림 3-15] 일본 전력가격 변화(단위: 엔/kWh)	68
[그림 3-16] 도쿄 배출권거래제도 탄소크레딧 가격(단위: 엔/톤CO ₂)	69
[그림 4-1] 자동차 관련 세제 유형	72
[그림 4-2] 유럽 국가별 유류세율	76
[그림 4-3] 프랑스 탄소배출에 따른 부과금	82
[그림 4-4] 핀란드 탄소배출에 따른 자동차세	85
[그림 4-5] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 효율(종합)	94
[그림 4-6] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 효율(인프라 비용)	94
[그림 4-7] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 효율(대기오염 비용)	95
[그림 4-8] GO-Box 전자 송수신기	95
[그림 4-9] 유럽 도심자동차운행제한제도 운영 현황	96
[그림 4-10] 런던 공해차량 운행제한 지역	97
[그림 4-11] 런던 LEZ 강화 계획	98
[그림 4-12] 런던 ULEZ 강화 계획	98
[그림 4-13] 유럽 주요 5개국 탄소배출 기반 자동차세 비교(일반 승용차)	100
[그림 4-14] 유럽 주요 5개국 탄소배출 기반 자동차세 비교(법인차)	100
[그림 4-15] 유럽 주요 5개국 자동차 보유 비용 비교	101
[그림 4-16] 국가별 탄소배출 원단위 현황	102
[그림 4-17] 유럽 LEZ 성과	103
[그림 5-1] 건물 단위면적당 연간 에너지비용 분포	114
[그림 5-2] 관리비 대비 에너지비용 비중 분포	115
[그림 5-3] 기후변화 인식조사용 리플릿	116

[그림 5-4] 일반시민과 이해관계자의 기후변화 심각성 인식 비교	117
[그림 5-5] 기후변화 피해 중 가장 우려되는 사항에 대한 일반시민과 이해관계자 인식	118
[그림 5-6] 온실가스 감축노력 동참방법 우선순위 응답결과(2순위 포함)	123
[그림 5-7] 정책수용성 조사용 리플릿	124
[그림 5-8] 건물 온실가스 감축정책 시행 전 선행되어야 할 것 응답결과(2순위 포함)	129
[그림 5-9] 건물 온실가스 감축 사업 인센티브 선호 응답결과(2순위 포함)	130
[그림 5-10] 건물 온실가스 감축사업에 따른 긍정적인 영향 응답결과(2순위 포함)	131
[그림 5-11] 건물 온실가스 감축사업에 따른 부정적인 영향 응답결과(2순위 포함)	132
[그림 6-1] 서울시 건물 온실가스 총량제 로드맵	137
[그림 6-2] 건물 벤치마크 산정 방법론	139



01

서론



1_연구배경과 목적

2_연구내용과 체계

01. 서론

1_연구배경과 목적

1) 연구배경

최근 기후변화와 미세먼지는 단순한 환경문제를 넘어 우리 사회가 해결해야 할 중요한 사회문제 중 하나가 되었다. 기후변화와 미세먼지는 더 이상 관련분야 연구자나 시민 활동가들에게만 국한된 이슈가 아니라, 정치, 경제, 사회, 문화 전반에 걸쳐 다루어지는 사회적 이슈가 되었다. 단적인 예로 정부는 2019년에 미세먼지를 사회적 재난의 하나로 규정하였으며, 2020년에는 우리 사회의 중장기 발전과제로 기후변화 대응이 중심이 되는 그린뉴딜을 제시하였다. 또한 서울시는 2020년 7월에 그린뉴딜을 주요 수단으로 하는 탄소중립 목표와 전략을 제시하였으며(서울시, 2020), 문재인 정부는 2020년 11월에 국회 시정연설에서 탄소중립 목표를 제시하였다. 이것이 가능할 수 있는 것은 여러 설문조사를 통해 확인할 수 있듯이 시민들의 인식이 향상되면서 정부와 지자체가 적극적인 기후환경변화 대응 정책을 수립해나갈 것을 요구하고 있기 때문이다(황인창 외, 2018; 2020). 또한 지역 내에서 활동하는 자원(연구기관, 관련 전문가, 시민단체 등)이 참여하여 기후환경 정책을 수립하고, 진행 과정을 점검하고 모니터링하는 시민참여 거버넌스 체계가 잘 구축되어 있기 때문이다. 기후변화와 미세먼지는 이제 시민 대다수가 관심을 갖고 있는 주요한 사회적 문제이며, 이를 해결하기 위해 대규모 예산을 투입하는 것이 어색하지 않은 주요 공공정책 중 하나가 되어가고 있다.

전 세계적으로도 기후변화와 미세먼지는 국가와 도시가 해결해야 할 중요한 의제 중 하나가 되었다. 잘 알려져 있듯이 기후변화와 대기오염 대응은 유엔(UN)의 지속가능발전목표(SDGs) 달성을 위한 주요 요소 중 하나이다. 또한 국제사회는 유엔기후변화

협약(UNFCCC)의 파리협정(Paris agreement), C40(기후변화 대응을 위한 국제 도시 간 협의체)의 데드라인 2020 선언(Deadline 2020) 등을 통해 지구평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2℃ 또는 1.5℃ 이내로 억제하기 위해 노력해 나가기로 합의하였다. 관련하여 전 세계 주요 국가와 도시는 적어도 2050년까지는 온실가스 순 배출을 영(0, net zero)으로 만들기 위한 탄소중립(carbon neutral) 전략을 수립하고 있다. 2010년대 초반부터는 중국과 인도의 미세먼지 문제가 보도되고, 미세먼지의 건강영향에 대한 연구 결과가 축적되면서 미세먼지에 대한 국제적인 관심이 높아지기 시작했다. 유럽에서는 이미 1970년대 후반부터 대기오염문제 해결을 위해 국제간 협의체(CLRAP)를 구성하고 공동의 노력을 기울이고 있었는데, 미세먼지는 최근 협의체에서 다루는 중요한 대기오염물질 중 하나가 되었다(황인창 외, 2020).

최근 미국 주식시장에서 에너지와 관련하여 중요한 사건 두 가지가 발생했다. 하나는 전기차 업체인 테슬라(Tesla)가 내연기관차의 대표 주자인 도요타(Toyota)를 제치고 시가총액 1위를 달성한 것이고, 다른 하나는 재생가능에너지를 주력으로 하는 기업 넥스트에라 에너지(Nextera Energy)가 대표적인 에너지기업 엑손 모빌(Exxon Mobil)을 제치고 에너지기업 시가총액 1위를 달성한 것이다. 물론 코로나19라는 특수한 상황에 기인한 바가 없지 않지만, 두 사건은 에너지 산업과 관련하여 중요한 전환기가 도래하고 있음을 보여준다. 시장의 변화에 민감한 금융업계에서도 이미 시대적 전환을 준비하고 있다. 대표적으로 2017년에는 기후 및 환경관련 금융리스크 관리를 위한 목적으로 주요 국가의 중앙은행과 감독기구가 참여하여 녹색금융협의체(NGFS: Network for Greening the Financial System)를 설립하였다. 한국은행은 2019년에 NGFS 가입하고 기후변화가 금융을 포함해 개별 산업에 미치는 영향을 평가하기 위한 방안을 마련하고 있다. 또한 애플(Apple), 마이크로소프트(Microsoft), 구글(Google) 등 전 세계 주요 기업들은 저마다 RE100 이니셔티브(100% 재생에너지 활용)에 가입하고 탄소중립 목표를 제시하고 있다. 또한 일부 기업은 역사적인 배출량까지도 모두 합해 순 배출량을 영(0)으로 만들겠다는 선언을 하고 있다.

2) 연구목적

이러한 시대적 흐름과 시장의 변화를 어떻게 준비할 것인가? 어떠한 성향의 정부가 들어선다 하더라도 이러한 시장의 변화와 시대적 흐름을 역행할 수는 없을 것이다. 석탄 친화적인 트럼프 정부 아래에서도 미국의 재생에너지 발전 비율은 지속적으로

증가해왔다는 점이 하나의 예이다. 이제는 산업계와 시장이 반응할 수 있도록 유연한 제도를 마련하고, 개별 주체들이 더 큰 역할을 담당할 수 있도록 하는 작업이 필요하다. 경제학에서는 시민과 기업 등 경제활동 주체들이 환경문제에 대한 인식을 넘어 친환경적인 행동을 실천할 수 있도록 유도하기 위해 다양한 방법을 제안해왔다. 시민과 기업이 깨끗한 공기와 안정적 기후와 같은 공동의 자원(공공재)을 지속가능한 방식으로 이용할 수 있도록 하기 위해서는 개개인이 공공재의 가치(또는 반대로 공공재 훼손으로 인해 발생할 수 있는 피해비용)를 내재화할 수 있도록 하는 장치를 마련해야 한다는 것이 경제학의 해법이다. 이른바 경제적 수단(또는 시장 메커니즘)을 통해 시민과 기업의 행동을 변화시킬 수 있어야 한다는 것이다.

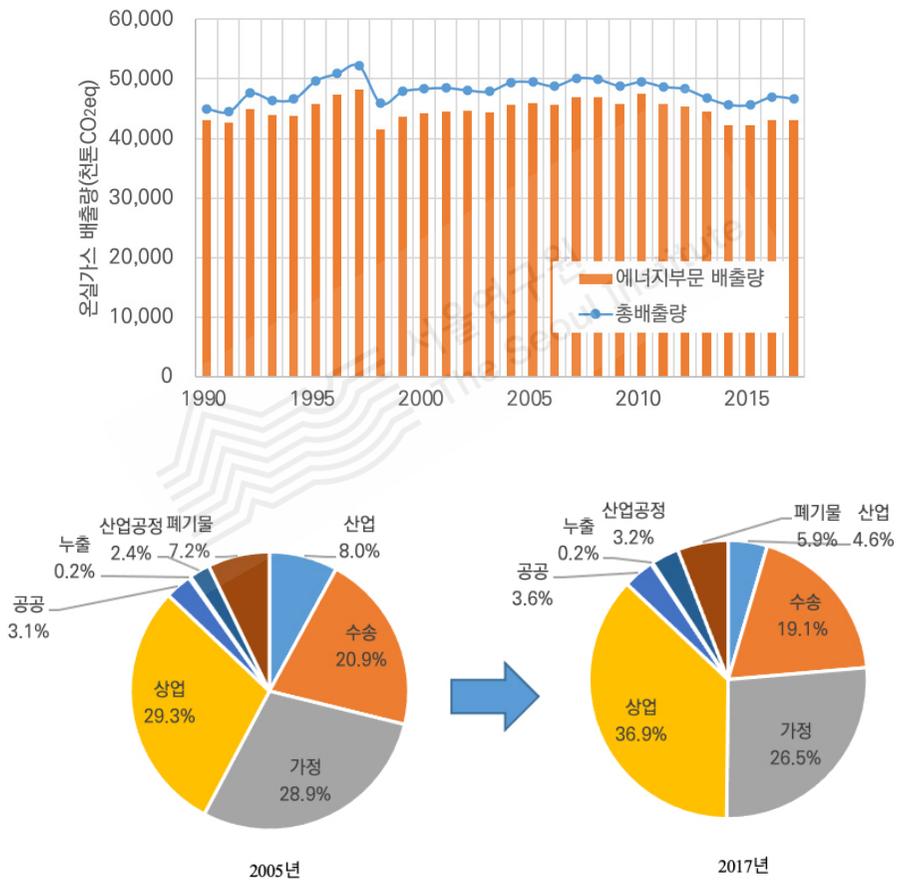
환경 분야에서는 이미 너무나도 유명한 문구인 ‘Think globally, act locally’가 함의하는 것처럼, 기후변화와 미세먼지 관련해서도 지자체의 역할은 상당히 중요하다. 일례로 서울시에서는 건물부문 온실가스 배출량을 관리하기 위해 개별 건축물에 온실가스 배출 총량을 할당하고 목표를 이행하지 못 할 경우 페널티를 부과하는 제도를 수립하고 있다. 중장기적으로는 도쿄에서처럼 건물 단위에서의 배출권 거래도 허용할 계획이다. 수송부문에서는 이미 2019년부터 오염물질 다배출 차량의 도심 내 운행을 상시적으로 제한하는 도심 자동차 운행제한제도(urban access regulation)를 시행하고 있으며, 2035년에는 내연기관차의 등록을 금지하고, 2050년까지는 서울 전역에서 전기차와 수소차 등 무배출 차량만 운행가능하도록 할 계획이다(황인창 외, 2020). 서울시뿐 아니라 제주도, 충청남도, 강원도 등에서도 탄소중립을 목표로 다양한 정책을 수립하고 있다. 미세먼지 분야에서도 서울시는 중앙정부에서 제도를 검토하기에 앞서 미세먼지 민감군 예경보제와 고농도 비상저감조치를 시행하고, 미세먼지 계절관리제 도입을 결정한 바 있다. 중앙정부는 서울시에서 도입한 제도를 벤치마킹하여 이를 전국에 확대 시행하고 있다. 앞서 언급한 도심 자동차 운행제한제도도 미세먼지 저감을 위해 서울시가 독자적으로 도입한 제도이다. 이러한 사례가 의미하는 바는 더 이상 지자체는 중앙정부가 지시하는 바를 수동적으로 따르는 ‘중간 관리자’가 아니라, 적극적으로 의제를 설정하고 계획을 수립하며 이행해나가는 ‘주체’가 되어가고 있다는 점이다.

이 연구는 이러한 배경을 바탕으로 온실가스와 미세먼지 감축을 위한 시장기제 정책 수단을 검토하고 서울시 활용방안을 제안하는 것을 목적으로 한다.

2_연구내용과 체계

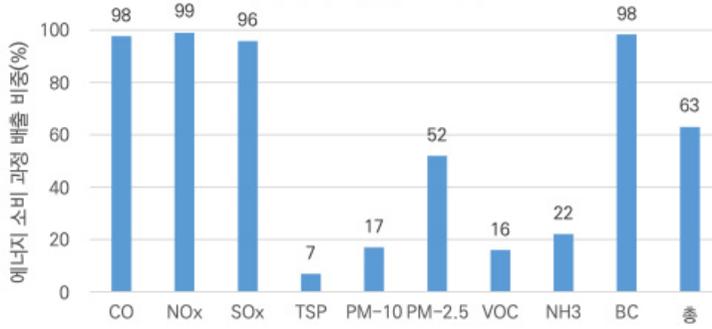
1) 건물과 수송부문 중심 통합 분석

[그림 1-1, 2]에서 나타난 바와 같이 서울의 온실가스와 대기오염물질은 대부분 에너지소비 과정에서 배출된다. 물론 미세먼지 직접배출량에서는 에너지부문이 차지하는 비중이 작지만, 미세먼지의 대부분은 대기 중에서 2차로 생성된 것이며(김운수 외, 2016), 미세먼지 2차 생성을 일으키는 주요 전구물질은 대부분 에너지 연소과정에서 배출된다는 점에서 에너지소비는 가장 중요한 미세먼지 생성원이다.



[그림 1-1] 서울 온실가스 배출 변화

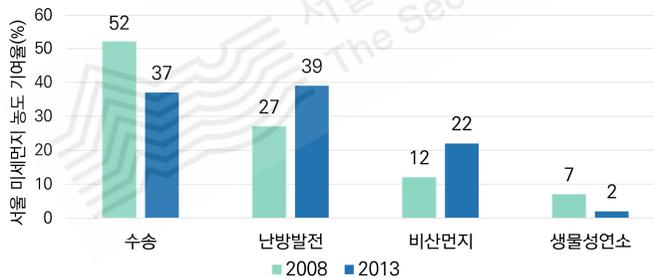
출처: 황인창 외(2020)



[그림 1-2] 서울 대기오염물질별 에너지부문의 배출 비중(2016년)

자료: 국가미세먼지정보센터 국가대기오염물질 배출량 서비스

에너지부문 중에서는 건물과 수송부문이 큰 비중을 차지한다. 구체적으로 건물부문(가정, 상업, 공공)은 [그림 1-1, 3]에서 나타난 바와 같이 서울의 총 온실가스 배출에서 68%를 차지하며, 서울 자체 발생 초미세먼지(PM2.5) 농도 기여도에서는 39%를 차지한다. 수송부문은 서울 총 온실가스 배출에서 19%를 차지하며, 서울 자체 발생 PM2.5 농도 기여도에서는 37%를 차지한다.¹⁾



[그림 1-3] 서울 부문별 초미세먼지(PM2.5) 농도 기여율

자료: 김운수 외(2016); 황인창(2017) 재인용

이처럼 온실가스와 미세먼지는 주요 배출원이 건물과 수송부문이라는 점에서 유사한 만큼 통합적으로 관리하는 것이 바람직하다. 최근에는 메탄(CH₄), 블랙카본(BC), 오존(O₃) 등 대기오염물질이 단기적으로는 평균기온 상승에도 영향을 미친다는 점이 밝

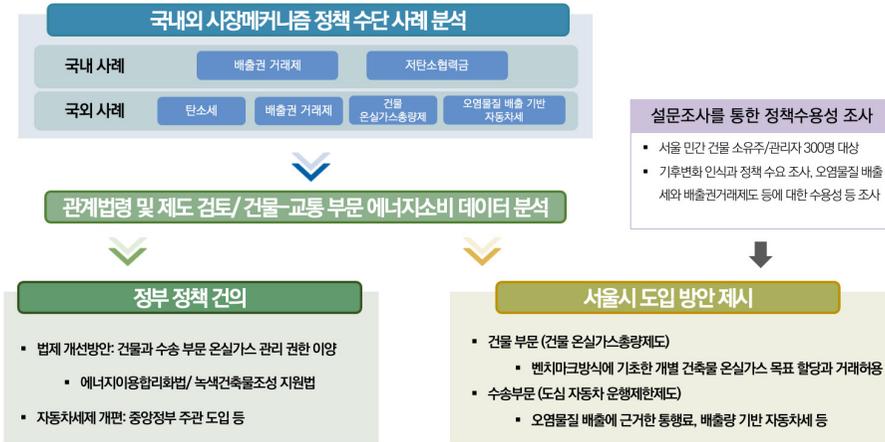
1) 부문별 농도기여율은 서울의 자체기여율을 100이라고 할 때 개별 부문이 차지하는 비중을 나타낸다. 수송부문의 농도기여율은 도로이동오염원(25%)과 비도로이동오염원(12%)의 기여율을 합한 값이다.

혀지면서, 기후변화와 대기오염문제에 대해 종합적으로 접근해야 할 필요성이 더욱 강조되고 있다(UNEP, 2011).

따라서 이 연구에서는 건물과 수송부문을 중심으로 시장메커니즘을 활용한 정책수단을 제안할 것이다. 건물과 수송부문에서는 화석연료 소비 과정에서 온실가스와 미세먼지가 대부분 배출되기 때문에(전력소비로 인한 간접배출 포함), 대부분의 도시에서는 에너지효율개선을 통해 건물이나 자동차의 에너지소요량을 줄이거나, 재생에너지원 보급을 확대하기 위해 다양한 경제적 수단을 활용하고 있다. 이 연구에서는 이러한 사례들을 살펴보고, 서울의 특성을 고려해 활용할 수 있는 방안을 제안할 것이다. 자동차세 개편과 같이 현재로서는 지자체장의 권한 문제로 서울시가 선제적으로 추진하기는 어려운 정책의 경우에도 대정부 정책건의 등을 통해 제도개선을 지속적으로 촉구할 수 있기 때문에 이번 연구의 내용범위로 포함하였다. 관련하여 정부는 열린 마음으로 적극적으로 기후변화나 환경관련 정책을 수립하고 시행하려는 지자체에게 적절한 권한을 부여하는 방안을 마련할 필요가 있다. 가령 관련 법규에 ‘시도지사는 이 법률에서 정한 것보다 더 강한 환경보호 관련 정책이나 사업을 시행하려 할 때 관계부처와의 협의를 통해 이를 시행할 수 있다’ 정도만 언급되어 있어도 지자체에서 강화된 정책을 시행하는 데 큰 도움이 될 것이다.

2) 연구체계

구체적인 연구체계는 [그림 1-4]와 같다. 먼저 국내외의 시장메커니즘 정책수단 사례와 관계법령을 검토하고, 서울의 건물과 수송부문 에너지소비 특성을 분석해 서울에 도입할 가능성이 높은 방안을 도출했다. 구체적으로 건물부문에서는 총량할당과 거래 방식에 기반한 건물 온실가스 총량제, 수송부문에서는 오염물질 배출에 기반한 자동차세(보유단계)와 통행료(운행단계)를 제안하였다. 건물 온실가스 총량제는 건물주의 이해관계가 복잡하기 때문에 수용성 분석을 위해 설문조사를 시행하였다. 오염물질 배출에 기반한 자동차세와 통행료는 기존 문헌(황인창 외, 2020; 서울시, 2020)에서 이미 시민 수용성이 높은 것으로 조사되었기 때문에 추가로 조사하지는 않았다. 마지막으로 사례분석, 데이터분석, 설문조사 결과 등을 종합하여 주요 수단별로 시장메커니즘 활용방안을 제시하였다.

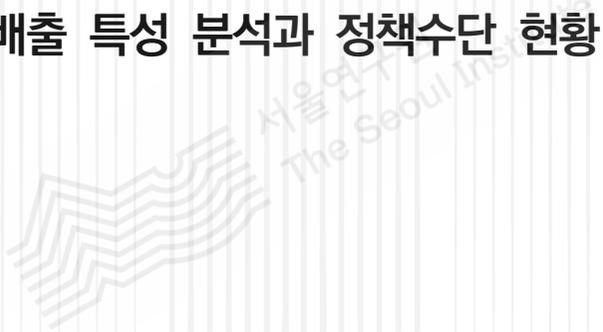


[그림 1-4] 연구체계도



02

국내 온실가스와 미세먼지 배출 특성 분석과 정책수단 현황



- 1_온실가스와 미세먼지 배출 현황
- 2_건물 에너지소비 특성 분석
- 3_수송 에너지소비 특성 분석
- 4_정책수단 현황
- 5_서울의 성과와 교훈

02. 국내 온실가스과 미세먼지 배출 특성 분석과 정책수단 현황

1_온실가스과 미세먼지 배출 현황

1) 온실가스 배출

서울시는 2010년부터 자체적으로 온실가스 배출량을 산정하고 있다. 서울에서는 환경부의 지자체 온실가스 인벤토리 산정지침에 따라 독립적인 기관에서 매년 온실가스 인벤토리를 구축하며, 서울 경계 내에서의 직접배출(scope 1) 뿐 아니라, 전력과 열 소비로 인한 간접배출(scope 2), 수도권매립지로 반출되는 폐기물로 인한 간접배출(scope 2)을 모두 포함하여 배출량을 산정한다.

가장 최근에 발표된 것을 기준으로 서울의 2017년 온실가스 배출량은 46,685천톤 CO₂eq로 2005년 배출량에 비해 5.6% 감소했다. [그림 1-1]에서 확인할 수 있었듯이 녹색성장기본법 제정과 후쿠시마 원전사고 등으로 인해 에너지정책의 중요성이 부각된 2010년대 초반 이후 서울의 온실가스 배출은 꾸준히 감소해왔지만, 최근에는 에너지부문을 중심으로 배출량 감소가 둔화되거나 다소 증가하고 있다. 2010년대 중반 이후 발생한 폭염과 한파로 인해 냉난방 수요가 크게 증가한 것이 주요 원인 중 하나일 것으로 판단된다(황인창·이윤희, 2018).

서울에서는 에너지부문이 전체 온실가스 배출에서 90% 이상을 차지한다. 부문별로는 건물부문이 전체 배출량의 68.2%를 차지하며, 수송부문은 19.4%를 차지한다. 간접배출이 서울 총 온실가스 배출에서 차지하는 비중은 49.4%이며, 전력화 등으로 인해 그 비중은 지속적으로 증가하고 있다. 간접배출 중에서는 전력소비로 인한 간접배출이 90% 이상을 차지한다. 부문별 배출량 변화에 있어서는 대부분 온실가스 배출이 감소했으나, 상업과 공공부문에서는 각각 17.2%와 9.9% 증가했다. 상업과 공공부문을 중심으로 건물부문에서의 온실가스 배출 관리 필요성이 커지고 있음을 알 수 있다.

2) 미세먼지 배출

[표 2-1]에서 제시한 바와 같이 초미세먼지(PM2.5)는 다양한 부문에서 배출된다. 서울에서는 자연적인 배출보다는 2차 생성과 직접배출 등 인위적인 배출이 대부분이며, 지리적으로는 중국 등 해외에서 배출되어 유입된 것이 평상시 기준으로 절반 내외를 차지한다. 국내 발생 중에서는 서울 자체에서 발생한 것과 다른 지자체에서 발생하여 유입된 것이 각각 절반 정도씩 영향을 미치고 있다(김운수 외, 2016). 물론 고농도 시에는 대체로 해외발생원의 기여율이 더 높아지는 것으로 알려져 있다.

최근에는 기후변화와 대기오염 사이 상관관계에 대한 논의도 활발히 진행되고 있다. 대기오염물질 중에서 메탄과 오존, 블랙카본은 길게는 수십 년 동안 평균기온을 상승시키는 역할을 한다(단기체류 온실가스, SLCHF)(UNEP, 2011). 또한 최근 동북아시아의 기후변화는 대체로 안정적인 대기조건을 만들어 대기오염물질의 장기체류 가능성을 높이는 것으로 보고되고 있다(환경부, 2018). 다만, 기후변화가 미세먼지 생성에 직접적인 영향을 미치는지 여부는 아직까지 불확실하며, 기후변화의 정도는 지역과 시간에 따라 큰 편차를 보이기 때문에 기후변화가 미세먼지 농도를 증가시킨다고 일반화할 수는 없다. 실제로 여러 연구에서는 미세먼지 농도가 기후변화에 의한 영향보다는 인구 및 차량의 증가와 같은 사회경제적인 요인에 의해 더 크게 영향을 받고 있다고 보고하고 있다(Tai et al., 2010; Tainio et al., 2013; Fuzzi et al., 2015). 이러한 결과들은 기후변화 등 외부적인 여건이 중요한 영향을 미칠 수는 있지만, 여전히 미세먼지 관리를 위해서는 사회경제적인 요소에 대한 관리가 중요함을 보여준다.

[표 2-1] 초미세먼지(PM2.5) 생성기작 분류

대분류	중분류	소분류	주요 배출원
1차 PM2.5	PM2.5 직접 배출	연소과정	가정, 산업, 수송, 발전 등
2차 PM2.5	무기질 전구물질	암모니아(NH ₃)	농업
		질소산화물(NO _x)	수송, 산업, 가정
		황산화물(SO _x)	발전, 산업
	유기질 전구물질	휘발성유기화합물(VOCs)	도료, 용제 등
자연배출원	자연배출 먼지		
	해염		

출처: 황인창(2017)

[그림 2-1]에서 나타난 바와 같이 서울에서 미세먼지 직접배출량은 비산먼지, 자동차, 건설기계, 난방·발전 순서로 많이 배출된다. 난방·발전, 자동차 순으로 높은 농도기여

도 순서와는 많이 다른데, 이는 초미세먼지의 상당 부분(70% 이상)이 대기 중 화학 반응을 통해 2차로 생성되기 때문이다(김운수 외, 2016). 따라서 초미세먼지 농도를 줄이기 위해서는 전구물질인 질소산화물, 황산화물, 암모니아, 휘발성유기화합물, 블랙카본 배출량도 함께 관리해야 한다.



[그림 2-1] 서울 초미세먼지 부문별 기여율

출처: 최유진 외(2020)

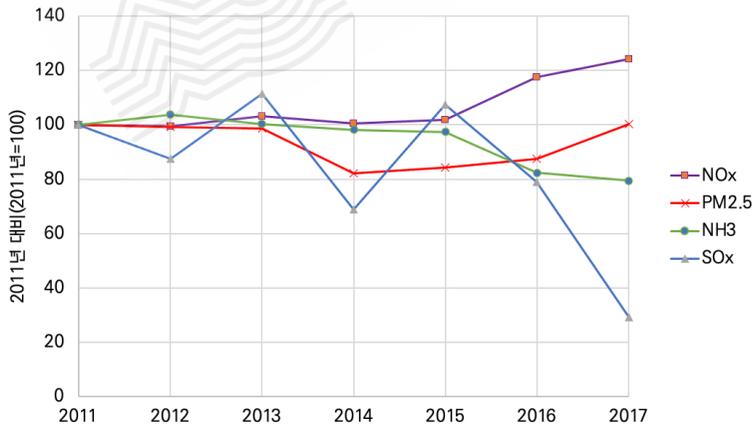
최근 주요 대기오염물질 배출현황은 [표 2-2]와 같다. 초미세먼지 직접배출량에서는 비산먼지(43.2%)를 제외하고 수송부문(비도로 이동오염원과 도로 이동오염원)의 비중이 46.6%로 가장 높다. 건물부문이 주로 포함되는 비산업연소부문은 4.9%를 차지한다. 초미세먼지 주요 전구물질로서 질소산화물은 수송부문에서 72.5%가 배출되며, 비산업연소부문에서 26%가 배출된다. 황산화물은 대부분 비산업연소부문(71.5%)에서 배출되며, 수송부문은 9.7%를 차지한다. 암모니아는 대부분 기타 면오염원(산불 및 화재, 동물)과 농업부문에서 배출되며(78.1%), 수송부문은 13.8%를 차지한다. 대기오염물질별 배출변화에서는 [그림 2-2]에 나타난 바와 같이 황산화물과 암모니아는 감소추세를 보이는 반면, 질소산화물과 초미세먼지 직접배출은 2015년 이후부터 증가하고 있다. 질소산화물과 초미세먼지 직접배출이 최근 증가한 이유는 [그림 2-3, 4]에 나타난 바와 같이 비도로 이동오염원을 중심으로 수송부문에서의 배출이 크게 증가했기 때문이다. 구체적으로 2017년 질소산화물 배출은 도로 이동오염원과 비도로 이동오염원에서 각각 2015년 대비 27.7%와 38.9% 증가했으며, 초미세먼지 직접

배출은 도로 이동오염원과 비도로 이동오염원에서 각각 2015년 대비 3.0%와 42.1% 증가했다. 수송부문을 중심으로 한 질소산화물과 초미세먼지 직접배출 관리의 필요성이 커지고 있음을 알 수 있다.

[표 2-2] 서울 주요 대기오염물질 배출량(2017년)

배출원 대분류	NOx		SOx		PM2.5		NH3	
	톤	%	톤	%	톤	%	톤	%
에너지산업 연소	357.6	0.5	2.6	0.2	7.8	0.3	13.3	0.3
비산업 연소	20,068.2	26.0	1,067.5	71.5	144.1	4.9	272.0	7.2
제조업 연소	245.6	0.3	24.2	1.6	0.7	0.0	3.6	0.1
생산공정							19.9	0.5
에너지수송 및 저장								
유기용제 사용								
도로이동오염원	37,515.1	48.7	27.3	1.8	503.1	17.2	515.6	13.6
비도로이동오염원	18,376.7	23.8	117.9	7.9	859.5	29.4	6.5	0.2
폐기물처리	504.9	0.7	253.2	17.0	8.1	0.3	3.0	0.1
농업							506.0	13.3
기타 면오염원	21.0	0.0			33.1	1.1	2,464.4	64.8
비산먼지					1,263.4	43.2		
생물성 연소	7.3	0.0	0.5	0.0	106.2	3.6	0.0	0.0
총합	77,096.4	100.0	1,493.2	100.0	2,925.9	100.0	3,804.4	100.0

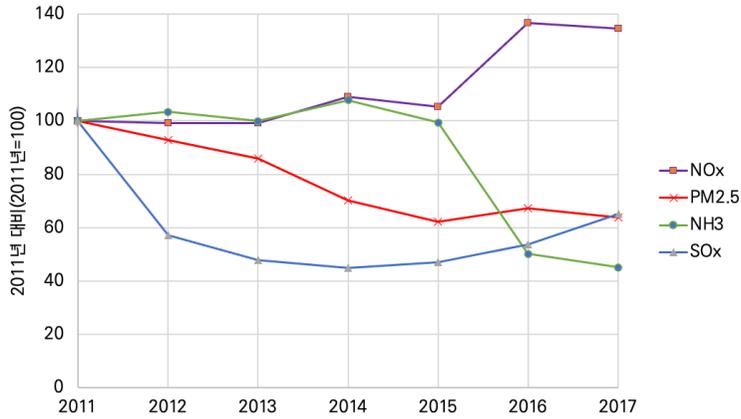
자료: 국가미세먼지정보센터 국가대기오염물질 배출량 서비스



[그림 2-2] 서울 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)

자료: 국가미세먼지정보센터 국가대기오염물질 배출량 서비스

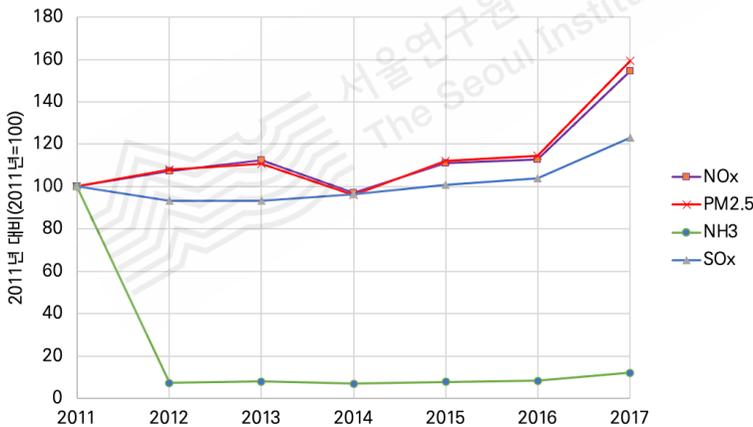
주: 초미세먼지 배출은 2011년부터 집계되었기에 2011년을 기준년도로 함. 비산먼지와 생물성연소 부문에서의 초미세먼지 배출은 2015년 이후부터 집계됨. 여기에서는 이전 시기와의 비교를 위해 비산먼지와 생물성연소 부문 배출을 제외한 후 나타냄.



[그림 2-3] 서울 도로 이동오염부문의 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)

자료: 국가미세먼지정보센터 국가대기오염물질 배출량 서비스

주: 초미세먼지 배출은 2011년부터 집계되었기에 2011년을 기준년도로 함. 비산먼지와 생물성연소 부문에서의 초미세먼지 배출은 2015년 이후부터 집계됨. 여기에서는 이전 시기와의 비교를 위해 비산먼지와 생물성연소 부문 배출을 제외한 후 나타냄.

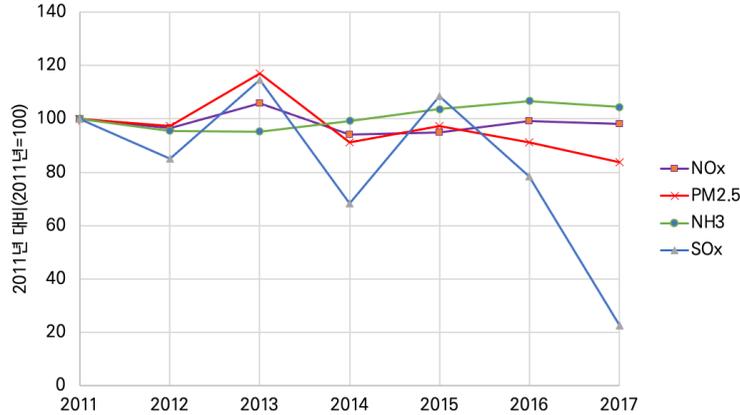


[그림 2-4] 서울 비도로 이동오염부문의 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)

자료: 국가미세먼지정보센터 국가대기오염물질 배출량 서비스

주: 초미세먼지 배출은 2011년부터 집계되었기에 2011년을 기준년도로 함. 비산먼지와 생물성연소 부문에서의 초미세먼지 배출은 2015년 이후부터 집계됨. 여기에서는 이전 시기와의 비교를 위해 비산먼지와 생물성연소 부문 배출을 제외한 후 나타냄.

건물부문에서는 [그림 2-5]에 나타난 바와 같이 황산화물과 초미세먼지 직접배출은 줄어든 반면, 질소산화물과 암모니아 배출은 최근 다소 증가하였다.



[그림 2-5] 서울 건물부문 대기오염물질 배출 변화(2011년 대비)

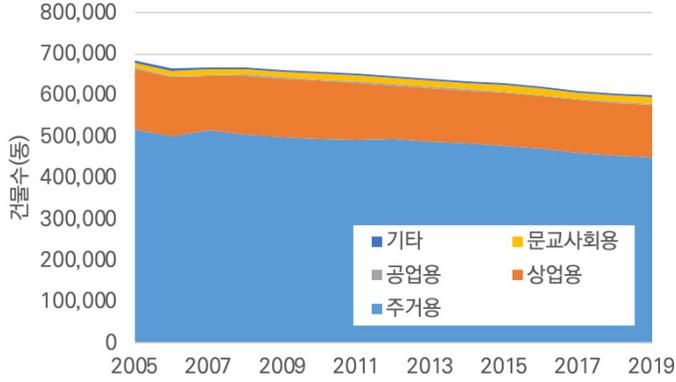
자료: 국가미세먼지정보센터 국가대기오염물질 배출량 서비스

주: 초미세먼지 배출은 2011년부터 집계되었기에 2011년을 기준년도로 함. 비산먼지와 생물성연소 부문에서의 초미세먼지 배출은 2015년 이후부터 집계됨. 여기에서는 이전 시기와의 비교를 위해 비산먼지와 생물성연소 부문 배출을 제외하곤 나 타냄.

2_건물 에너지소비 특성 분석

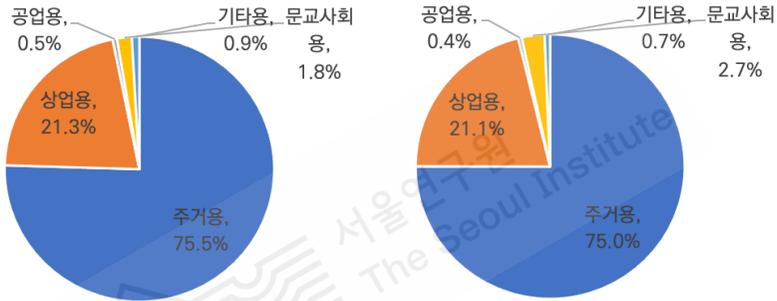
1) 건물의 수와 연면적

서울시 소재 건물 수는 2019년 기준으로 약 60만 동이며, [그림 2-6]에서 나타난 것처럼 점차 감소하고 있다. 용도별로는 주거용 건물이 75%로 대부분을 차지하며 상업용 건물은 21%를 차지한다. 용도별 비율은 [그림 2-7]에 나타난 것처럼 2005년 이후 큰 변화가 없었으나, 문교사회용 건물의 비율은 다소 증가하였다. 면적별로는 [그림 2-8, 9]에 나타난 것처럼 연면적 1천㎡ 미만 소규모 건물이 89%로 대부분을 차지하고 있다. 건물 면적별 변화에 있어서는 연면적 5백㎡ 미만 소규모 건물의 수와 비율은 지속적으로 감소한 반면, 5백㎡ 이상 건물의 수와 비율은 점차 증가하고 있다. 층고별로는 4층 이하의 건물이 80%로 대부분을 차지하고 있다. 층고별 변화에 있어서는 4층 이하 소형 건물의 수와 비율은 지속적으로 감소한 반면, 5층 이상 건물의 수와 비율은 점차 증가하고 있다.



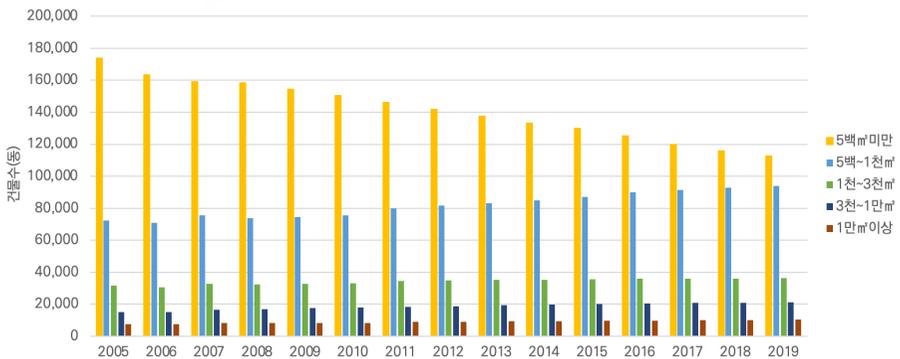
[그림 2-6] 서울시 소재 건물의 수

자료: 서울데이터광장



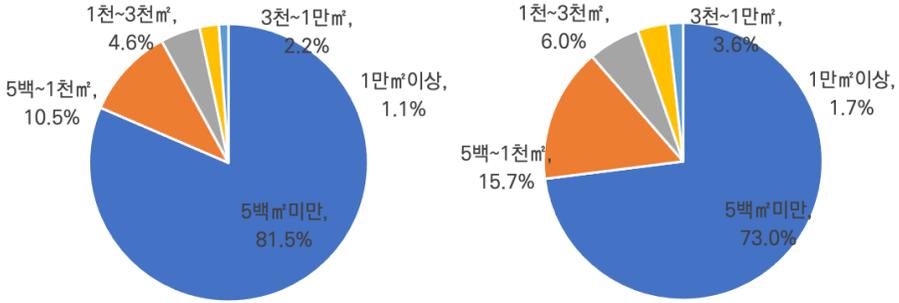
[그림 2-7] 서울시 소재 건물 용도별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)

자료: 서울데이터광장



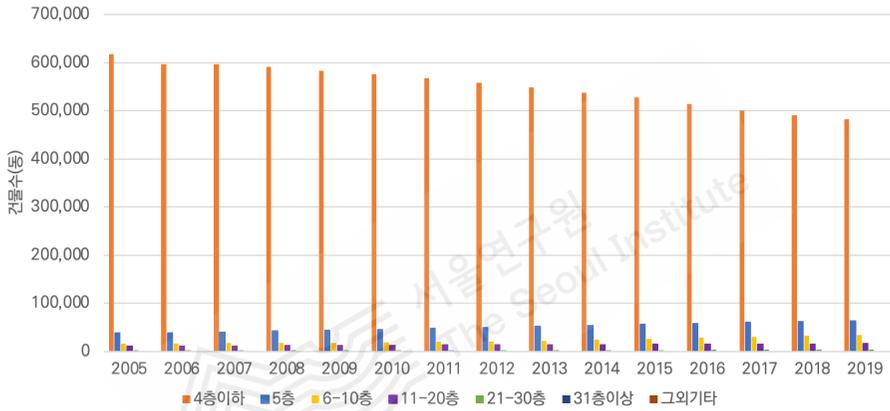
[그림 2-8] 서울시 소재 연면적별 건물의 수

자료: 서울데이터광장



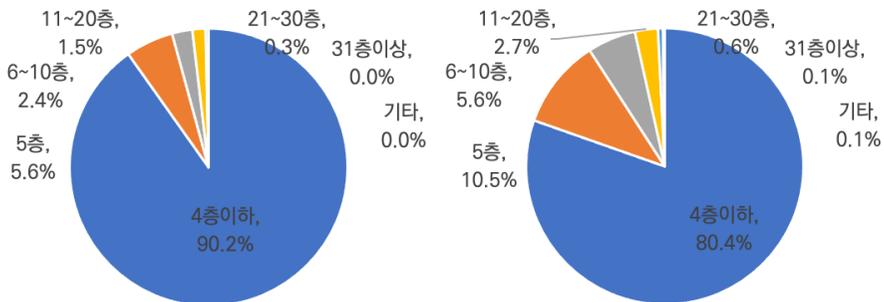
[그림 2-9] 서울시 소재 건물 면적별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)

자료: 서울데이터광장



[그림 2-10] 서울시 소재 층고별 건물의 수

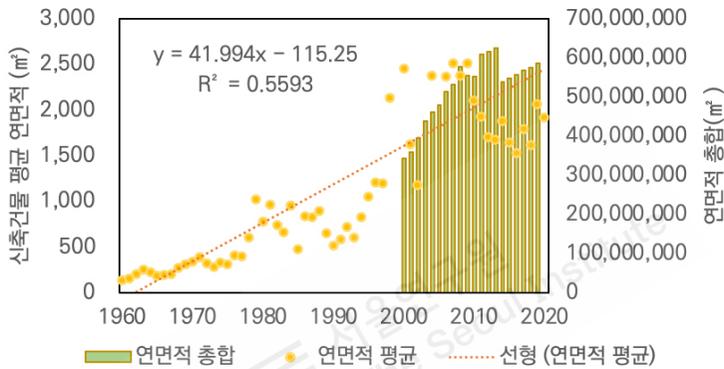
자료: 서울데이터광장



[그림 2-11] 서울시 소재 건물 층고별 비율(왼쪽: 2005년, 오른쪽: 2019년)

자료: 서울데이터광장

이와 같은 건물 현황을 종합하면, 서울시에서는 전체 건물의 수는 감소하지만, 새로 지어지는 건물이 이전 건물보다 연면적과 층고가 높아지면서 건물의 규모가 점차 커지고 있음을 알 수 있다. 실제로 [그림 2-12]에서 나타난 것처럼 신축건물의 평균 연면적은 점차 커지는 경향을 보이고 있으며, 이로 인해 서울시 소재 건물의 총 연면적은 증가하고 있다.²⁾ 예를 들어 2000년의 서울시 소재 건물 총 연면적은 344백만㎡이었는데, 2019년에는 585백만㎡로 70% 증가하였다. 다만, 2010년대 초반 이후 신축 건물의 평균 연면적 상승 경향은 공동주택과 업무시설을 중심으로 다소 주춤하고 있는데, 이들 건물에 대한 층고 규제 등이 주요 원인일 것으로 추정된다.

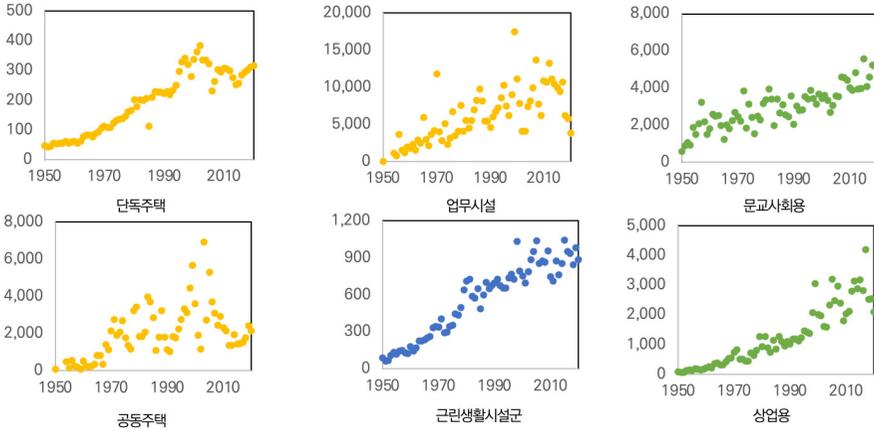


[그림 2-12] 서울시 건물 연면적 변화

자료: 서울데이터광장

주: 연면적 평균은 연도별로 준공된 건물의 연면적 평균이며, 연면적 총합은 연도별로 서울시 소재 건물의 연면적 총합임.

²⁾ 2014년의 총 연면적 감소는 강서구 마곡지구 개발에 의한 것으로 추정된다. 참고로 2014년에도 강서구를 제외한 다른 자치구의 총 건물 연면적은 증가했다.

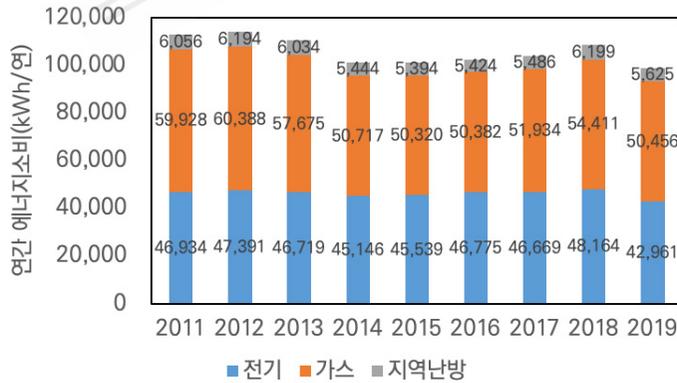


[그림 2-13] 서울시 용도별 신축 건물 평균 연면적 변화(단위: m²)

자료: 서울데이터광장

2) 건물 특성에 따른 에너지소비 기초 분석

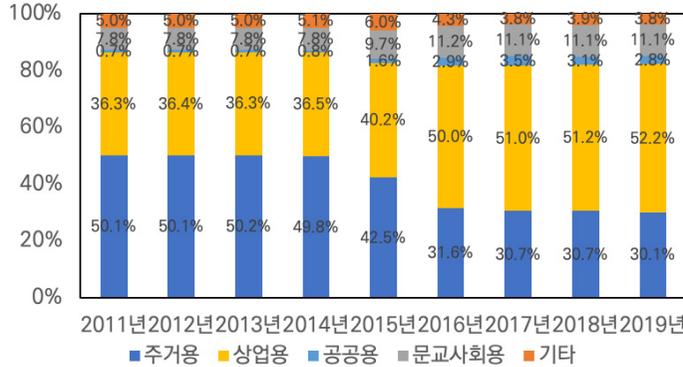
국토교통부의 ‘건축데이터 민간개방 시스템’(이하 국토부 시스템)에는 서울시 소재 전체 건물의 평균 에너지소비 통계가 제공되고 있다. 이 소절에서는 국토부 시스템 자료를 활용해 용도와 규모 등 건물 특성에 따른 에너지소비 기초특성을 분석했다. [그림 2-14]는 서울시 소재 전체 건물의 에너지원별 평균 소비량을 나타낸다. 서울시 소재 건물의 총 에너지소비는 2015년을 기점으로 다소 증가하고 있으며, 에너지원별로는 가스와 전기가 대부분을 차지하고 있다.



[그림 2-14] 서울시 소재 건물 연간 에너지소비

자료: 국토교통부 건축데이터 민간개방 시스템

[그림 2-15]는 건물 용도별 에너지소비 비중을 나타낸다. 2015년 이후 주거용 건물의 비중이 큰 폭으로 감소하고, 상업용 등 비주거용 건물의 에너지소비 비중이 큰 폭으로 증가하고 있음을 확인할 수 있다.

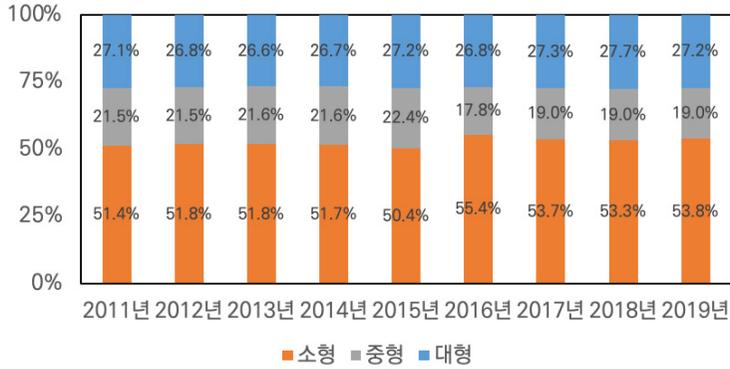


[그림 2-15] 서울시 소재 건물 용도별 에너지소비 비중

자료: 국토교통부 건축데이터 민간개방 시스템

[그림 2-16]은 서울시 소재 건물의 규모별 에너지소비 비중을 나타낸다. 건물의 규모는 서울시 건축행정종합관리계획에 따라 소형(연면적 2천㎡ 이하), 중형(연면적 2천㎡ 초과 10천㎡ 이하), 대형(연면적 10천㎡ 초과)으로 구분하였다. 서울시 전체 건물 중에서는 소형 건물의 에너지소비 비중이 54%로 가장 많았으며, 대형과 중형 건물은 각각 27%와 19%를 차지한다. 중대형 건물은 건물 수에서는 10% 미만이지만 에너지소비량에서는 46%를 차지하고 있어 중대형 건물을 중심으로 한 에너지소비 관리가 필요함을 알 수 있다. 특히 대형 건물은 건물 수는 1.7%에 불과하지만 에너지소비 비중은 27%를 차지한다.

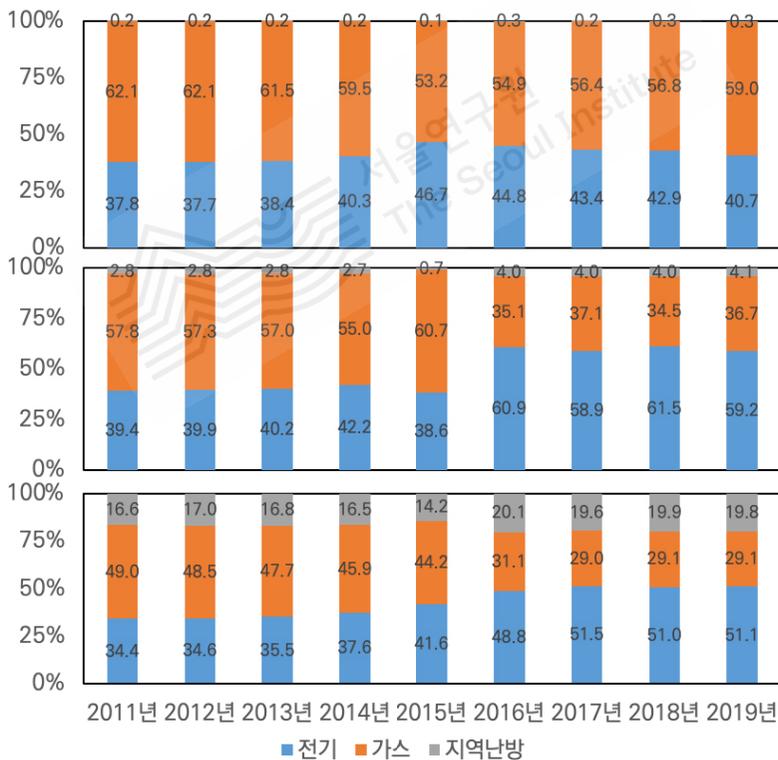
중대형 건물과 소형 건물은 에너지소비 특성에서도 차이가 있다. [그림 2-17]에 나타난 것처럼 중대형 건물에서는 전기의 비중이 절반 이상이며 전력화 비율은 최근 더 높아지고 있다. 반면 소형 건물에서는 가스의 비율이 59%로 가장 높다. 지역난방 비율은 대형 건물에서 20%로 가장 높았는데, 에너지소비 통계의 특성상 지역난방을 활용하는 대규모 공동주택 단지가 하나의 필지로서 대형 건물에 포함되었기 때문이다.



[그림 2-16] 서울시 소재 건물 규모별 에너지소비 비율

자료: 국토교통부 건축데이터 민간개방 시스템

주: 소형(연면적 2천㎡ 이하), 중형(연면적 2천㎡ 초과 10천㎡ 이하), 대형(연면적 10천㎡ 초과)



[그림 2-17] 건물 규모별 에너지원 비중(상단: 소형, 중단: 중형, 하단: 대형)

자료: 국토교통부 건축데이터 민간개방 시스템

3) 유형별 에너지원단위 분석

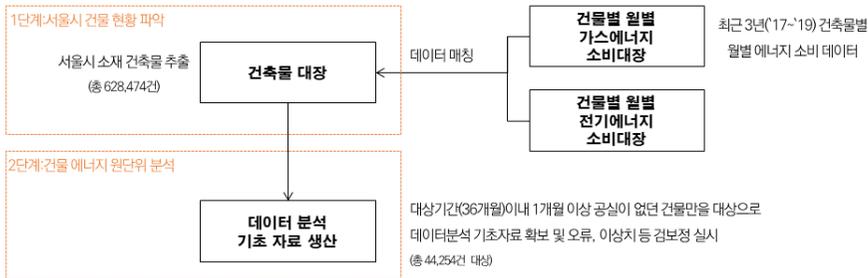
(1) 분석 자료와 방법

건물 에너지소비 절감을 위해서는 건물의 용도와 규모에 따라 개별 건물이 에너지소비 적정 위치를 파악하고 감축 목표를 수립할 수 있도록 정보를 제공해 줄 필요가 있다. 관련하여 미국에서는 2010년부터 에너지스타 포트폴리오관리(ESPM, Energy Star Portfolio Manager) 제도를 도입하고, 건축물의 용도, 운영 특성, 에너지소비 데이터 등을 근거로 개별 건물의 에너지성능을 평가하고 있다. 미국 에너지부(DOE)는 건물별 ESPM 평가 결과(1~100점 사이 지수)를 바탕으로 Energy Star 75(상위 25%) 이상인 건물에게 에너지스타 라벨을 부여하고 있다.

이하에서는 서울시 소재 건물의 유형별 에너지소비 원단위를 분석하고 상대적 분포를 살펴보기 위해 국토부 시스템에서 공개하고 있는 자료를 활용하였다. 국토교통부는 건축물 대장과 한국전력공사, 서울도시가스, 서울에너지공사 등이 제공한 에너지소비 자료를 바탕으로 건물 에너지 DB를 구축하고 있다. 다만, 국토부 시스템 자료는 에너지원의 사용 목적은 고려하지 않고 건물 단위로 공급되는 모든 전기, 가스, 지역난방 공급량을 포함하기 때문에 에너지경제연구원에서 집계하는 지역에너지통계연보의 통계와는 다소 차이가 있을 수 있다. 특히 발전소와 공장 등 제품 생산을 위해 에너지를 사용하는 건물의 데이터는 순수 건물용(냉난방, 가전제품 등) 에너지소비와는 큰 차이가 있을 수 있다. 이러한 한계에도 불구하고 국토부 시스템 DB를 활용하면 단위면적당 에너지소비량 등 용도별 에너지소비 특성을 파악할 수 있다는 장점이 있다.

분석자료 구축 절차는 [그림 2-18]과 같다. 우선 1단계로 건축물 대장과 에너지원별 소비대장을 매칭시켜 분석을 위한 기초자료를 생산하였다. 2단계에서는 건물 용도별 에너지 원단위 분석을 위해 최근 3개년 간(2017~2019년) 월별 자료에서 공실이 없었던 건물을 대상으로 결측 값(missing value), 이상치(outlier), 잡음(noise) 등을 보정한 후 최종 분석 데이터를 생산하였다. 이와 같은 절차를 거쳐 최종 분석에 사용된 건물의 수는 44,254동이다.

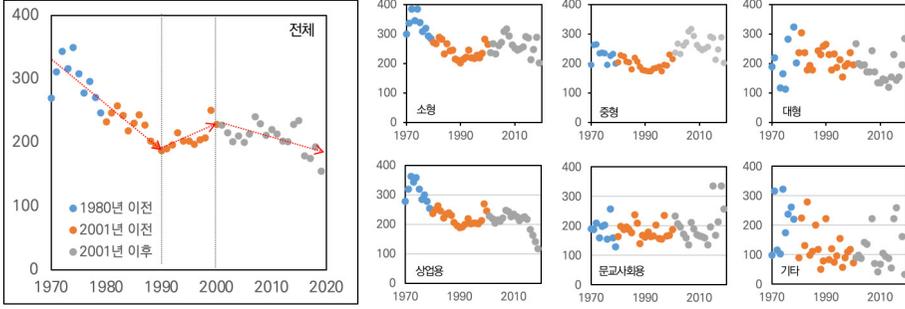
국토부 시스템에서 정보를 제공하는 자료의 한계로 이번 보고서에서는 서울시 소재 개별 건물 전체에 대한 에너지원단위 분석을 수행할 수는 없었다. 따라서 이하에서 제시하는 분석 결과는 현재 서울시 소재 건물의 에너지소비 원단위를 가늠하기 위한 초기 자료라고 할 수 있다. 향후 건물 온실가스 총량제 등 규제수단 도입을 위해서는 국토부 협조를 통해 개별 건물 전체에 대한 상세 분석을 수행할 필요가 있다.



[그림 2-18] 개별 건물 에너지소비 데이터 분석 과정

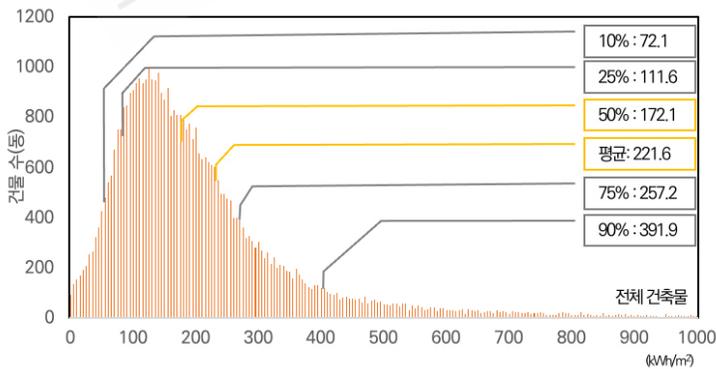
(2) 분석결과

서울시 소재 건물의 평균 에너지원단위(단위면적당 에너지소비)는 [그림 2-19]와 같이 건축된 지 오래된 건물일수록 대체로 높아진다. 이는 건물 노후화에 따른 에너지성능 저하뿐 아니라 시기별 건축물 에너지성능 기준, 리모델링 공사 등이 복합적으로 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 국내에서는 1979년에 「건축법 시행규칙」에 따라 건축물 열관류율 기준과 단열재 두께 기준이 시행되었으며, 1985년부터는 에너지절약계획서 제출이 의무화되었다. 2001년부터는 에너지절약설계기준이 통합되었으며 2013년부터는 「녹색건축물 조성 지원법」에 따라 연면적 500㎡ 이상 모든 건축물로 에너지절약설계기준 적용 대상이 확대되었다. 건물 단열성능 기준은 2010년, 2013년, 2015년, 2018년에 차례로 강화되었다. 이러한 에너지절약설계기준 강화는 시기별 에너지원단위 향상에 큰 영향을 미칠 수 있다. 1990년대에는 건물 에너지원단위가 정체하거나 다소 높아졌는데, 이는 1990년대에는 에너지성능기준이 정체한 가운데 건물에너지수요가 상승했기 때문이라고 추정할 수 있다. 또한 리모델링 공사 등이 부분적으로는 영향을 미쳤을 수 있는데, 오래된 건물이라도 전면 재건축이 아닌 리모델링을 하면 건축년도는 동일하지만 에너지원단위는 크게 개선될 수 있기 때문이다. 건물 규모별로는 소형 건물에서 연식별 에너지원단위 개선이 가장 컸다. 중형 건물에서는 2001년 이후 지어진 건물의 에너지원단위가 이전에 지어진 건물에 비해 오히려 높다는 점이 특징적이다. 좀 더 세분화된 데이터를 바탕으로 추가분석이 필요하지만, 오래된 중대형 건물일수록 리모델링 공사 등이 진행되었을 가능성이 높다는 점이 하나의 원인일 것으로 추정된다. 용도별로는 상업용 건물의 연도별 원단위 개선이 가장 뚜렷했으며, 문교사회용 건물은 에너지원단위가 정체하거나 다소 상승하는 경향을 보이고 있다.



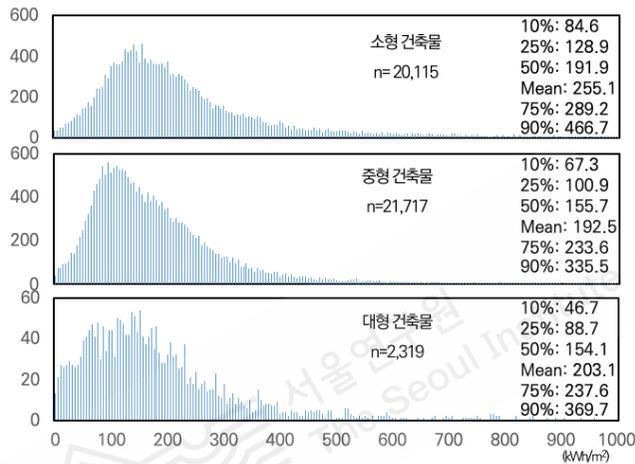
[그림 2-19] 서울시 소재 건물 평균 에너지원단위(kWh/㎡/년)

서울시 소재 건물의 에너지원단위 빈도분포는 [그림 2-20]과 같다. 건물의 에너지원 단위 분포는 정규분포보다 오른쪽으로 꼬리가 길고 두꺼운 비대칭 형태를 갖는다. 이는 평균보다 상대적으로 단위면적당 에너지를 과다하게 소비하는 건물이 평균보다 에너지를 적게 소비하는 건물보다 더 많다는 것을 의미하며, 이러한 건물은 전체 평균을 상대적으로 중위 값보다 더 높게 만들고 있다. 단위면적당 에너지소비량 상위 10% 건물의 최소 원단위는 하위 10% 건물의 최대 원단위보다 5.4배 더 높다. 이는 상위 10%에 해당하는 건물 중 단위면적당 에너지를 가장 적게 소비하는 건물도 하위 10%에 해당하는 건물 중 단위면적당 에너지를 가장 많이 소비하는 건물에 비해서는 단위면적당 에너지를 5배 이상 더 소비한다는 것을 의미한다. 이러한 건물별 편차는 단위면적당 에너지를 과다하게 소비하는 건물에 대한 관리 필요성을 보여준다.

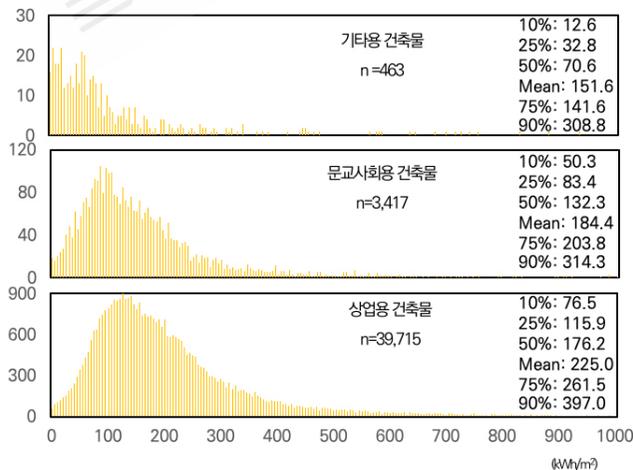


[그림 2-20] 서울시 소재 건물 에너지원단위 분포

규모별로는 [그림 2-21]에 나타난 바와 같이 소형 건물의 평균적인 에너지원단위가 높았으며, 빈도분포에서도 꼬리가 길고 더 두꺼웠다. 이는 소형 건물에서 평균보다 상대적으로 단위면적당 에너지를 과다하게 소비하는 건물이 평균보다 에너지를 적게 소비하는 건물보다 더 많다는 것을 의미한다. 이는 소형 건물은 연면적에 따라 에너지 절약 설계기준을 적용받지 않는 건물도 있으며, 설계 양식 등에 있어서도 건물 간 편차가 크기 때문인 것으로 추정된다. 용도별로는 상업용 건물의 평균적인 에너지원단위가 높고, 빈도분포에서도 꼬리가 길고 더 두꺼웠다. 이는 에너지원단위가 높은 상업용 건물에 대한 관리 필요성을 보여준다.

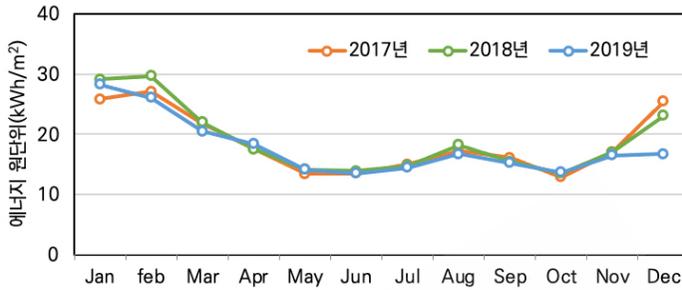


[그림 2-21] 서울시 소재 건물 규모별 에너지원단위 분포

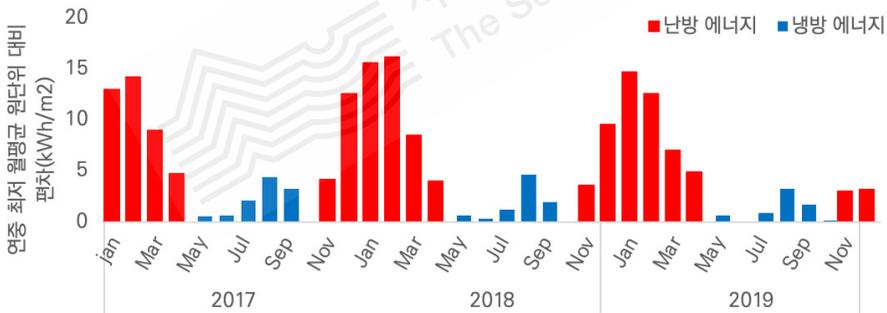


[그림 2-22] 서울시 소재 건물 용도별 에너지원단위 분포

건물의 에너지원단위는 계절별로도 큰 편차를 보인다. [그림 2-23]에 나타난 바와 같이 에너지원단위는 겨울철에 난방수요로 인해 가장 높고, 봄과 가을철에 가장 낮다. 여름철에는 냉방수요로 인해 약한 피크가 나타난다. [그림 2-24]는 1년 중 월간 에너지원단위가 가장 낮은 달을 기준(base)으로 하여 월별로 에너지원단위 초과 정도를 나타낸 것이다. 이러한 분석 결과는 향후 건물별로 기후조건이 에너지소비에 미치는 영향을 파악하고 냉·난방 개선사업을 계획하는 데 활용될 수 있다.



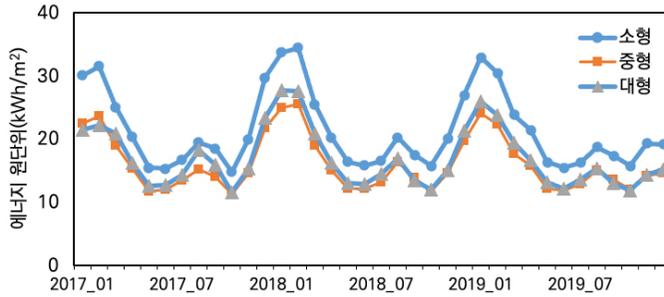
[그림 2-23] 서울시 소재 건물 월평균 에너지원단위



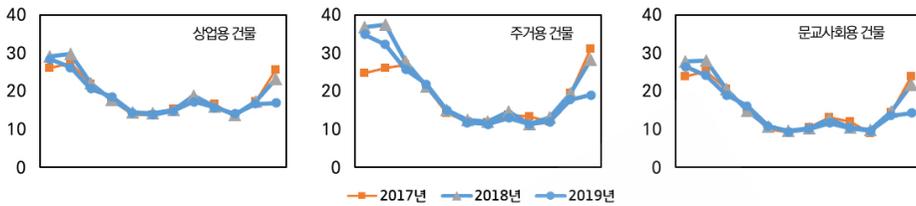
[그림 2-24] 서울시 소재 건물 월별 에너지원단위 편차

주: 1년 중 월간 에너지원단위가 가장 낮은 달을 기준(base)으로 하여 월별 에너지원단위 차이 산정

건물 규모나 용도와 상관없이 계절별 에너지원단위 변화 경향은 [그림 2-25, 26]에 나타난 것처럼 유사하다. 다만, 주거용 건물은 다른 용도의 건물에 비해 에너지원단위의 계절별 편차가 더 큰데, 비주거용 건물에 비해 주거용 건물은 야간 냉·난방 수요가 더 크기 때문이라고 볼 수 있다.



[그림 2-25] 건물 규모별 월평균 에너지원단위



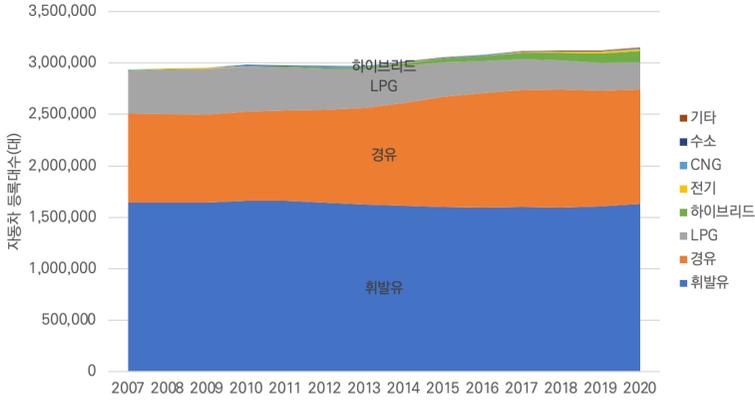
[그림 2-26] 건물 용도별 월평균 에너지원단위

주: 가로 축은 1월부터 12월까지 월 단위로 나타낸 것임

3_수송 에너지소비 특성 분석

1) 자동차 등록대수

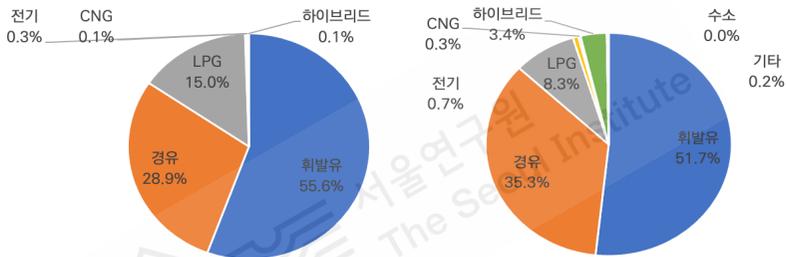
서울에는 2020년 10월 기준으로 총 3,153,732대의 자동차가 등록되어 있다. 이 중 승용차가 2,705,842대로 대부분(85.8%)을 차지하며, 화물차, 승합차, 특수차는 각각 331,371대(10.5%), 107,701대(3.4%), 8,818대(0.3%)가 등록되어 있다. 연료별로는 휘발유, 경유, LPG차 등 내연기관 자동차가 각각 51.7%, 35.3%, 8.3%로 대부분을 차지한다. 친환경차 중에서는 하이브리드차가 3.4%를 차지하며, 전기와 수소차는 각각 0.7%와 0.05%를 차지하고 있다.



[그림 2-27] 서울시 자동차 등록대수

자료: 서울데이터광장

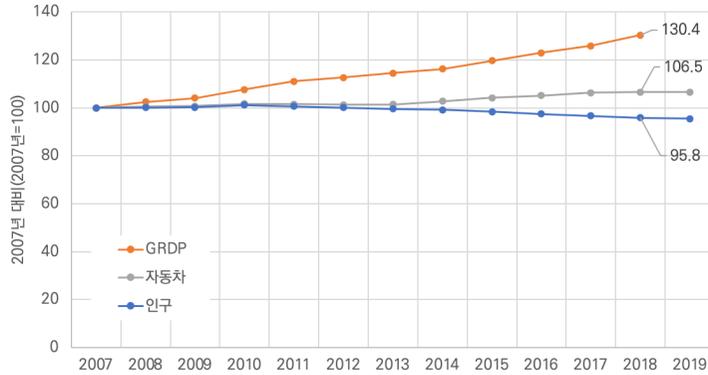
주: 2020년은 2020년 10월 기준 등록대수



[그림 2-28] 서울시 연료별 자동차 비율(왼쪽: 2009년, 오른쪽: 2020년 10월)

자료: 서울데이터광장

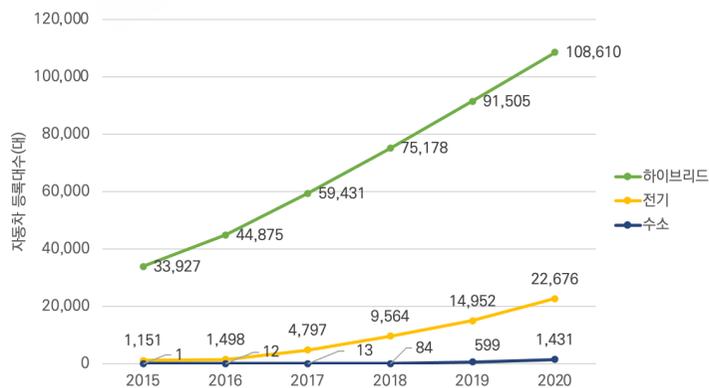
[그림 2-29]에 나타난 바와 같이 서울의 자동차 등록대수는 꾸준히 증가하고 있다. 다만, 자동차수의 증가율은 경제성장 속도보다는 낮게 유지되고 있다. 구체적으로 2007년 이후 2018년까지 지역총생산(GRDP)이 연평균 2.7% 증가하는 동안 자동차 등록대수는 연평균 0.63% 증가하는데 그쳤다. 1인당 자동차수는 2007년 0.29대에서 2018년 0.32대로 소폭 증가하였다. 참고로 동일기간 국가의 1인당 자동차수는 0.33대에서 0.45대로 크게 증가했다. 이처럼 서울의 자동차 등록대수 증가 폭이 상대적으로 작은 것은 높은 혼잡도와 대중교통의 편리성, 인구감소, 고령화 등이 주요 원인일 것으로 추정된다. 참고로 서울의 인구는 2007년과 2018년 사이 4.2% 감소하였으며 고령화율은 7.9%에서 13.9%로 증가하였다. 대중교통 이용률 주요 지표로서 서울의 지하철 이용객수는 동일 기간 약 25% 증가했다(서울시 내부자료).



[그림 2-29] 서울의 인구, GRDP, 자동차 등록대수 변화

자료: 국가통계포털

자동차 연료별 구성을 살펴보면 서울에서 경유차의 비중이 크게 상승하고, 휘발유차와 LPG차의 비중은 감소하였다. 2010년대 초반 이후 휘발유차 등록대수는 정체하거나 완만하게 감소한 반면, LPG차 등록대수는 지속적으로 감소하고 있다. 경유차의 주행거리당 대기오염물질 배출계수가 상대적으로 높다는 점에서 경유차에 대한 배출관리 필요성이 커지고 있다. 다만, 2018년까지 증가하던 경유차 등록대수는 이후 점차 줄어들고 있으며, 대신 친환경차의 비중이 크게 상승하고 있다. 구체적으로 [그림 2-30]에서 나타난 바와 같이 2015년 이후 2020년 10월까지 서울에서 하이브리드차 등록대수는 3.2배 증가했으며 전기차는 19.7배 증가했다. 수소차 등록대수는 2015년 1대에서 2020년 10월 1,431대로 크게 증가하였다.

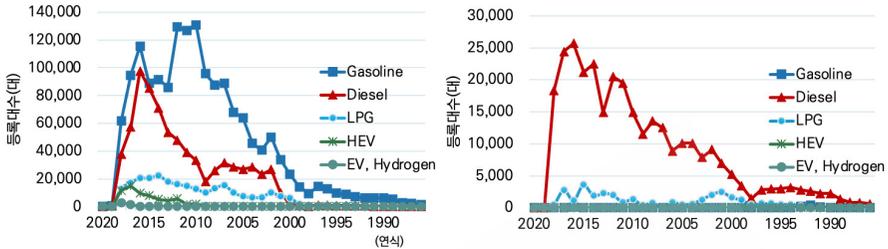


[그림 2-30] 서울시 친환경 자동차 등록대수

자료: 서울데이터광장(2020년 자료는 2020년 10월 기준 값)

2) 연비와 탄소배출계수

서울시에 등록되어 있는 자동차의 연식별 등록대수 현황은 [그림 2-31]과 같다. 휘발유차는 2010년대 초반 연식이 가장 많고, 경유차는 2010년대 중반 연식이 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 경유차는 2010년대 초반 이후 신차 등록대수가 크게 늘어났기 때문이라고 추정할 수 있다. 다만, 휘발유차는 연식이 오래될수록 등록대수가 빠르게 감소하는 반면, 경유차는 2000년대 연식 차량도 비교적 많이 운행되고 있음을 알 수 있다. 화물차는 경유차의 등록대수가 압도적으로 많으며, 대부분 2010년대 중반을 피크로 연식이 오래될수록 등록대수는 감소하고 있다.

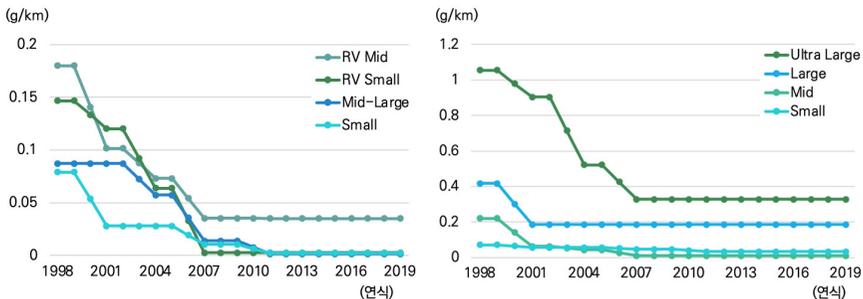


[그림 2-31] 서울시 승용차 연식별 등록대수(왼쪽: 승용차, 오른쪽: 화물차)

자료: 국토교통부 내부자료(2018년 3월 기준)

주: 가로축은 자동차 연식을 나타내며, 연식이 오래될수록 오른쪽에 분포함에 주의

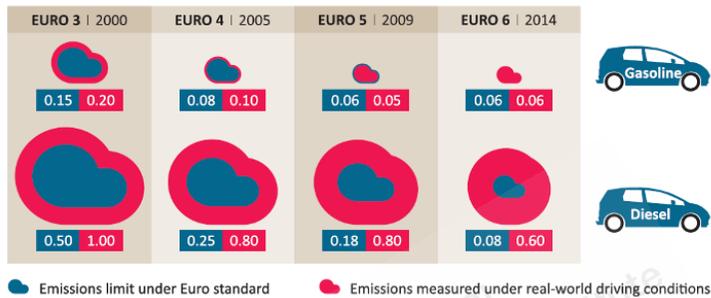
자동차의 대기오염물질 배출계수(주행거리당 배출량)는 [그림 2-32]에 나타난 것처럼 연식과 규모에 따라 큰 차이를 보인다. 승용차에 비해 화물차의 배출계수가 훨씬 높은 편이며 대형차일수록 배출계수가 높다. 시간에 따라 환경기준이 강화되어 왔기 때문에 자동차의 배출계수는 연식에 따라 높아지는데, 특히 2000년대 중반까지 출고된 자동차의 배출계수가 현저히 높다.



[그림 2-32] 경유차 초미세먼지 배출계수(왼쪽: 승용차, 오른쪽: 화물차)

자료: 환경부 내부자료(제작차 기준)

다만, 실 주행 조건하에서 자동차의 배출계수는 크게 달라질 수 있다. [그림 2-33]은 유럽 자동차환경기준(유로기준)별로 실 주행 조건하에서의 질소산화물 배출계수와 제작차 배출가스 기준을 비교한 것이다. 모든 차종에서 실 주행 조건하에서 배출계수가 상승함을 확인할 수 있다. 특징적인 것은 실 주행 조건하에서의 배출계수는 연식에 따라 비교적 차이가 크지 않았다는 점이다. 특히 경유차에서 이러한 경향은 뚜렷하다. 이러한 자료는 최근에 출고된 자동차일지라도 경유차를 중심으로 한 내연기관차에 대한 오염물질 배출 관리가 필요함을 보여준다.

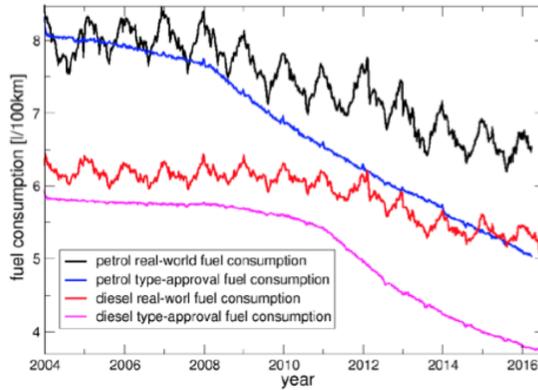


[그림 2-33] 도로 실주행 조건 질소산화물 배출계수(단위: g/km)

자료: IEA(2016)

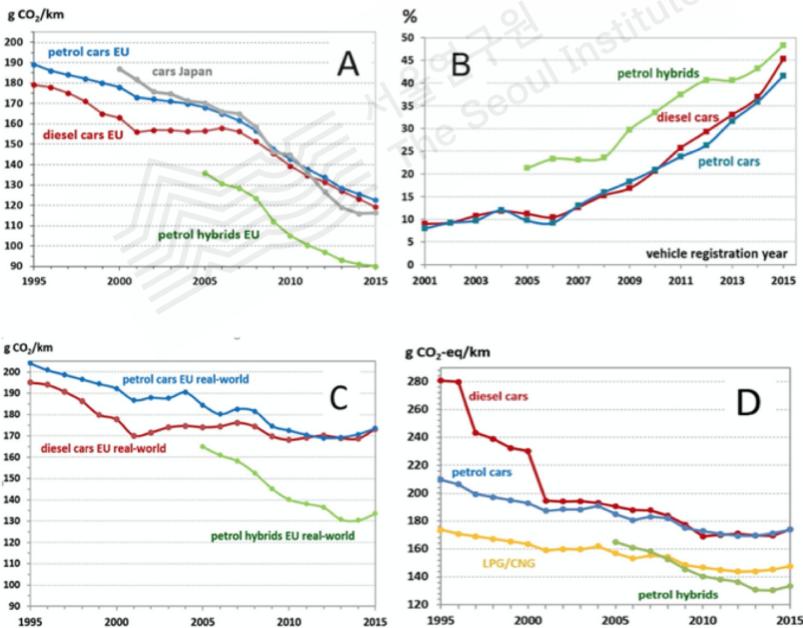
자동차의 온실가스 배출량은 자동차의 에너지소비 효율(연비), 연료별 온실가스 배출 계수, 저감장치의 종류 등에 따라 달라진다. 이 중에 에너지소비 효율은 [그림 2-34]에 나타난 바와 같이 시간에 따라 큰 폭으로 개선되어 왔다. 다만, 실 주행 조건하에서는 연비 개선의 속도가 낮았으며, 이로 인해 실 주행 조건과 제작차 기준의 연비 차이는 시간이 지날수록 커지고 있다. [그림 2-35]의 A에 나타난 바와 같이 자동차의 주행거리당 온실가스 배출(배출계수)은 연도에 따라 개선되어 왔다. 특히 휘발유차의 온실가스 배출계수가 큰 폭으로 개선되면서 최근에는 온실가스 배출계수 측면에서 경유차와 휘발유차의 차이는 거의 사라졌다. 다만, [그림 2-35]의 C에 나타난 바와 같이 도로 실 주행 조건하에서는 온실가스 배출계수의 개선 속도가 느리며, 경유차는 2000년대 이후부터는 온실가스 배출계수가 정체하거나 오히려 증가하고 있다. 이로 인해 [그림 2-35]의 B에 나타난 바와 같이 제작차 기준과 실 주행 기준 배출계수의 차이는 시간이 지날수록 커지고 있다. 경유차에서는 블랙카본(Black Carbon)도 다량으로 발생하는데, 블랙카본 역시 온실가스의 하나이다. 이를 포함하면 [그림 2-34]

의 D에 나타난 바와 같이 경유차의 온실가스 배출계수는 휘발유차보다 오히려 더 높다. 특히 오래된 연식의 차량일수록 경유차의 배출계수는 큰 폭으로 상승한다.



[그림 2-34] 자동차 주행거리당 연료소비

자료: Ligterink and Smokers(2016), Nokes et al.(2019) 재인용



[그림 2-35] 연료별 자동차 온실가스 배출계수

자료: Helmerts et al.(2019)

주: A는 제작자 기준 배출계수, B는 제작자 기준과 실 주행 조건의 배출계수 차이, C는 실 주행 조건하에서의 배출계수, D는 블랙카본 배출량을 포함한 실주행 조건 배출계수를 의미함

종합해 볼 때 위의 자료들은 온실가스배출 측면에서도 휘발유차에 대비한 경유차의 장점은 거의 없음을 보여준다. 블랙카본 등을 고려하면 오히려 온실가스 배출 측면에서도 경유차가 휘발유차에 비해 더 큰 환경적 영향을 미친다. 대기오염물질 배출뿐 아니라, 온실가스 배출 측면에서도 연식이 오래된 경유차에서 더 많은 온실가스가 배출되기 때문에 연식이 오래된 경유차를 중심으로 관리 우선순위를 수립할 필요가 있다. 다만, 실 주행 조건하에서는 최근에 출고된 자동차도 온실가스와 대기오염물질을 많이 배출하기 때문에 이에 대한 관리도 소홀히 해서는 안 된다. 더 나아가 시민들이 친환경차를 구매하고 배출계수가 높은 자동차의 운행을 줄일 수 있도록 유도하는 정책도 필수적이다. 향후 출고될 신차는 실 도로 주행 조건을 감안해 배출기준을 강화하면서 관리해나갈 수 있지만, 이미 시장에 나와 있는 기존 차량은 주행거리를 최소화하는 것만이 해결책일 수 있기 때문이다.

4_정책수단 현황

1) 환경정책수단

전통적인 환경정책은 오염물질 배출원에 배출허용기준을 부과하는 방식을 사용해왔다. 이는 전형적인 명령통제(Command & Control) 방식으로 [표 2-3]과 같이 당국이 일정한 기준이나 표준(배출허용기준, 기술 표준 등)을 정해놓고 이를 준수하지 않으면 벌금이나 행정처분 등 불이익(페널티)을 주는 방식으로 운영된다. 현재 서울을 포함한 수도권에서 시행하고 있는 대기오염물질 총량제도, 공해차량 운행제한제도(LEZ), 대기오염물질 배출 허용기준, 방류수 허용기준 등이 대표적인 사례이다. 이러한 방식은 급성 영향을 주는 독성물질이나 환경목표 달성이 무엇보다 중요한 사안에 대해서는 확실한 효과를 기대할 수 있다는 장점이 있다. 다만, 명령통제 방식은 명령 이행의 정도를 감시하고 평가하기 위해 과도한 행정비용이 소요될 수 있으며, 개별 오염원의 한계감축비용(marginal abatement cost)과 오염자의 지불용의액(willingness to pay) 등을 반영하기 어려워 경제적 의미에서는 효율성이 낮을 수 있다.

[표 2-3] 환경 표준의 유형

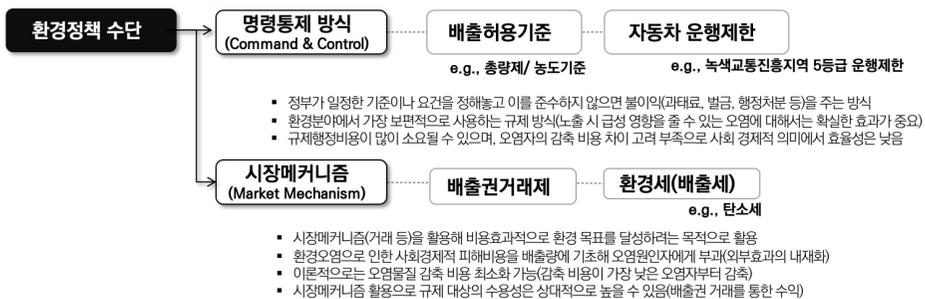
표준	내용
환경 질 (quality)	환경의 바람직한 상태를 제시한다. 대기 질 혹은 수질에 대하여 수용 가능한 상태 혹은 대기, 물 혹은 토양의 구체적인 최대 오염물질농도로 표기할 수 있다.
배출 (emission)	특정 설비에서 배출할 수 있는 특정 물질의 양을 제시한다. 배출표준은 때로 이용 가능한 최선의 기술을 사용하도록 규정하여 동태적 표준이 되기도 한다.
제품 (product)	제품의 사용 혹은 폐기에 따른 환경훼손을 방지하기 위하여 필요하다고 생각되는 특정 특성을 말한다. 예를 들면 스프레이의 분사체로 사용되는 염화불화탄소(CFC)는 성층권 오존층을 파괴하기 때문에 분무기(aerosol)에의 사용을 금지한다. 제품표준은 인간의 건강을 보호하기 위하여 빈번하게 사용된다.
생산 공정 (PPMs)	표준은 제품이 어떻게 생산되고 환경에 어떤 유형의 영향을 미쳐야 하는지를 제시한다. PPMs를 무역 측면에서 교역상품에 적용하는 경우 생산국에서의 경제활동에 대하여 규제(수입)국이 표준을 설정하는 것이라고 비판한다
성능 (performance)	PPMs 표준과 같이 과정에 초점을 맞추나 실제 생산과정과는 관련이 없다. 환경경영기준에 따라 환경문제를 다루는 기업경영조직을 갖추어야 한다. 환경표준은 보고표준을 구체적으로 제시하고 지속적인 개선 목적을 부여하는 내용 등을 담고 있다. 환경평가를 필요로 한다.

출처: 윤창인(2010)

오랫동안 경제학에서는 명령통제 방식에 대한 대안으로 시장메커니즘(Market Mechanism)을 활용한 방식을 추천해왔다. 시장메커니즘은 오염원인자가 오염물질 배출에 따른 사회경제적인 피해비용을 자신의 생산함수나 편익함수에 반영하도록 하고(외부효과의 내부화), 이를 통해 오염물질 배출 행위를 변화시키도록 유도하는 방식이다. 시장메커니즘을 활용한 대표적인 예로 탄소가격제도(carbon pricing)는 현재 유럽을 비롯해 전 세계적으로 활발히 활용되고 있다. 탄소가격제도를 사용하면 적어도 이론적으로는 한계감축비용이 가장 낮은 분야에서부터 오염물질 감축이 시작될 수 있기 때문에 사회 전체적으로는 경제적 의미에서의 효율성이 극대화될 수 있다. 시장메커니즘을 적용하는 대표적인 방식으로는 배출권거래제(emission trading scheme)와 환경세가 있다. 두 제도는 상호 배타적인 관계가 아니며 각기 다른 부문에 보완 적용할 수 있다. 배출권거래제는 개별 오염물질 배출자에게 배출허용총량(cap)을 할당하고, 총량을 달성하기 위해 부족하거나 남는 배출량은 시장에서 거래(trade)할 수 있도록 허용하는 제도이다. 즉, 총량을 할당받은 배출자는 시장에서 구입한 크레딧(credit)을 자신에게 부여된 총량목표 달성을 위해 사용할 수 있다. 크레딧의 가격은 수요공급법칙에 따라 배출권 거래시장에서 결정된다. 배출권거래제도는 이처럼 할당받은 총량을 달성하기만 하면 어떠한 방법을 사용하는지에 대해서는 오염

자에게 자율성을 부여한다는 점에서 명령통제방식보다 유연한 제도라고 할 수 있다. 또한 배출권거래제도는 배출총량 달성을 강제한다는 점에서 환경 목표달성에 유리하다는 장점이 있다. 다만, 배출총량을 할당받은 업체 수가 많아질수록 거래시스템을 구축하고 이를 관리하는 데 추가적인 행정비용이 소요될 수 있다는 한계가 있다. 반대로 배출총량을 할당받은 업체 수가 적거나, 소수의 업체가 대다수의 배출권을 보유하게 되면 시장가격이 왜곡될 수 있다는 한계도 있다. 현재 북미에서는 대기오염물질 배출권거래제도를 시행하고 있으며, 유럽에서는 온실가스 배출권거래제도를 시행하고 있다. 중국과 일본에서는 지자체 단위에서 온실가스 배출권거래제도를 도입해 운영하고 있다.

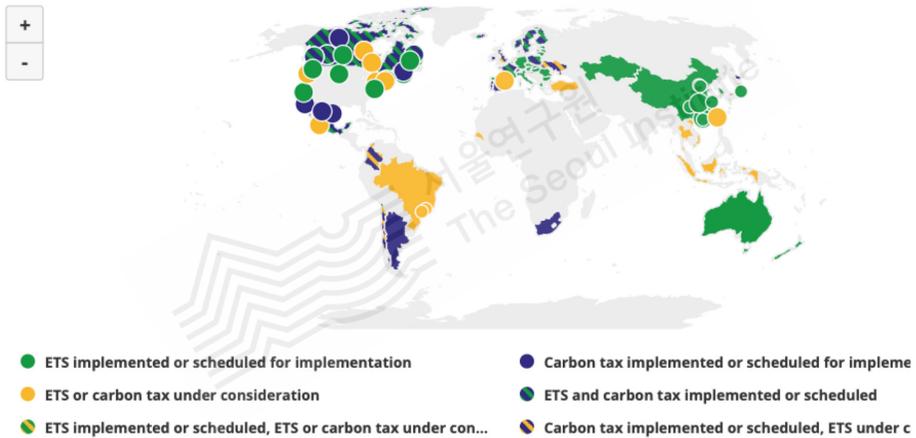
환경세는 오염물질별로 단위 배출량에 대한 사회경제적 피해비용(세율)을 정하고, 개별 오염원인자들이 배출량(톤)에 세율(원/톤)을 곱한 액수만큼 세금으로 납부하도록 하는 제도이다. 이를 통해 오염원인자들은 환경오염물질의 잠재가격(shadow price)을 생산함수나 편익함수에 반영하게 된다. 배출권거래제도는 정부가 배출허용총량을 정하면 시장에서 가격이 정해지도록 한 것인 반면, 환경세는 정부가 가격을 정하면 오염원인자들이 이에 따라 배출량을 조정하도록 하는 방식이다. 이론적으로 환경세는 배출권거래제도와 동일한 결과(가격, 배출량)를 가져온다. 그러나 현실적으로는 환경문제의 복잡성과 인과관계 파악의 어려움 등으로 인해 정확한 환경세 요율을 산정하는 것에 한계가 있으며, 이로 인해 환경세 요율의 수준에 따라 환경목표 달성이 어려울 수 있다. 다만, 환경세는 제도가 비교적 단순하여 행정비용이 적게 소요될 수 있다는 장점을 갖고 있다.



[그림 2-36] 대표적 환경정책 수단 유형과 사례

2) 전 세계 탄소가격제도 현황

2020년 8월 기준으로 전 세계에서는 60개의 탄소가격제도가 시행되고 있으며, 45개의 국가와 33개의 지역(도시, 지자체 등)이 탄소가격제도의 영향을 받고 있다. 탄소가격제도가 다루는 온실가스의 양은 전 세계 총 배출량의 16.0%를 차지한다. 시행을 계획 중인 것(2개 국가, 2개 지역)까지 포함하면 탄소가격제도는 전 세계 총 배출량의 22.3%를 포함할 것으로 전망된다. 탄소가격제도 중 탄소세는 25개 국가와 7개 지역에서 시행 중이며, 전 세계 총 배출량의 5.6%를 포괄하고 있다. 배출권거래제도는 38개 국가와 28개 지역에서 시행 중이며, 전 세계 총 배출량의 10.7%를 포괄하고 있다. 도시와 지자체 단위에서의 탄소세는 미국과 캐나다의 7개 지역에서 시행하고 있으며, 도시와 지자체 단위에서의 배출권거래제도는 미국, 캐나다, 중국, 일본의 28개 지역에서 시행하고 있다.



[그림 2-37] 전 세계 탄소가격제도 현황

자료: World Bank Carbon Pricing Dashboard(2020년 8월 기준)

아래에서는 대표적인 탄소가격제도 사례 몇 가지를 살펴본다. 먼저 유럽에서는 기후 변화 대응을 위한 핵심 정책으로 총량할당과 거래(cap and trade) 방식을 적용한 배출권거래제도(EU ETS)를 2005년부터 시행하고 있다. 현재는 3기(2013~2020년)가 진행되고 있으며, 유럽연합 28개 회원국과 노르웨이, 아이슬란드, 리히텐슈타인 등 비회원 유럽 3개국에서 10,744개 업체가 참여하고 있다. EU ETS가 다루는 온실가스의 양은 유럽 전체 배출량의 45%를 차지하며, EU ETS는 현재까지 세계에서 가장

오래되고 시장규모가 큰 배출권거래제도이다. 2021년부터는 2030년까지 2005년 대비 온실가스 배출량을 43% 감축하는 것을 목표로 EU ETS 4기(2021~2030년)가 시작될 예정이다. EU ETS의 2019년 평균 배출권 가격은 온실가스 1톤당 24.84유로였다. EU ETS는 산업, 발전, 항공, 산업공정 부문에서 배출되는 이산화탄소(CO₂), 화학업종에서 배출되는 아산화질소(N₂O), 1차 알루미늄 업종에서 배출되는 과불화탄소(PFC)를 대상으로 한다. 다만 항공부문 중에서 대륙 간 항공수송은 2024년부터 포함될 예정이다. 2020년의 배출권 총 할당량은 1,816백만톤CO₂e이며, 2021년부터 할당량은 매년 2.2%씩 줄일 예정이다. 배출권은 부문별로 벤치마크(benchmark)나 그랜드파더링(grandfathering) 등 무상할당 방식과 경매 등 유상할당 방식을 혼용하고 있다. EU ETS 3기의 유상할당 비율은 57%였으며, 점차 유상할당 비율을 높여나갈 계획이다. 탄소누출 가능성이 있는 업종(에너지집약 산업, 무역집약 산업)은 산업 보호를 위해 벤치마크 방식을 100% 적용하며, 벤치마크 값은 5년 주기로 갱신할 계획이다. 그 밖의 업종에는 무상할당 비율을 2030년까지 0%로 줄여나갈 계획이다. EU ETS 포함 업체는 시설단위 배출량과 의무이행 여부를 제3자 검증을 받은 이후 당국에 매년 보고해야 한다. 배출허용총량을 초과해 배출한 경우 초과한 온실가스 1톤당 100유로의 페널티가 부과되며, 해당 정보는 홈페이지 등을 통해 공개된다. 할당 받은 배출권을 다음 이행기간에 활용하기 위해 저축(banking)하는 것은 가능하며, 현재의 의무이행을 위해 다음 이행기간에서 배출권을 빌려오는 것(borrowing)은 불가능하다. 해외시장에서 얻은 탄소크레딧을 활용하는 것은 일정 기준을 충족할 경우에 한해 제한적으로 허용된다. 2019년부터는 배출권 거래량이 일정 범위를 초과하면 유상할당량을 조절하는 방법으로 당국이 시장에 개입하는 시장안정화조치(market stability reserve)를 도입하고 있다.

중국에서는 2013년부터 [그림 2-38]과 같이 베이징, 상하이 등 8개 지역에서 지역 단위에서 배출권거래제도 시범사업을 시작했으며, 2021년부터는 전국 단위에서 배출권거래제도를 도입할 예정이다. 전국단위 배출권거래제도 도입 후 중국 ETS에서 관리하는 온실가스 배출량은 중국 전체 배출량의 30%를 차지하여 전 세계에서 가장 큰 거래시장이 될 것으로 예상된다. 중국에서는 연간 이산화탄소 배출량이 26천톤CO₂ 이상인 발전부문 1,700여 개 업체를 시작으로, 향후에는 항공, 건축, 화학, 철강, 비금속, 제지인쇄, 석유화학 등 7개 업종으로 ETS 대상을 확대해 나갈 계획이다. 중국 ETS의 배출권 총 할당량은 3,300백만톤CO₂이며, 벤치마크 방식으로 업체별 할당량

을 산정할 예정이다. 배출권 할당 대상업체는 매년 제3자 검증을 받은 이후 배출량과 의무이행여부를 보고해야 하며, 미이행에 따른 페널티 방안은 현재 수립 중에 있다. 할당받은 배출권의 저축은 가능하지만 차입은 불가능하다. 기타 구체적인 ETS 실행 계획은 현재 수립 중에 있다.



[그림 2-38] 중국 ETS 시범사업 지역

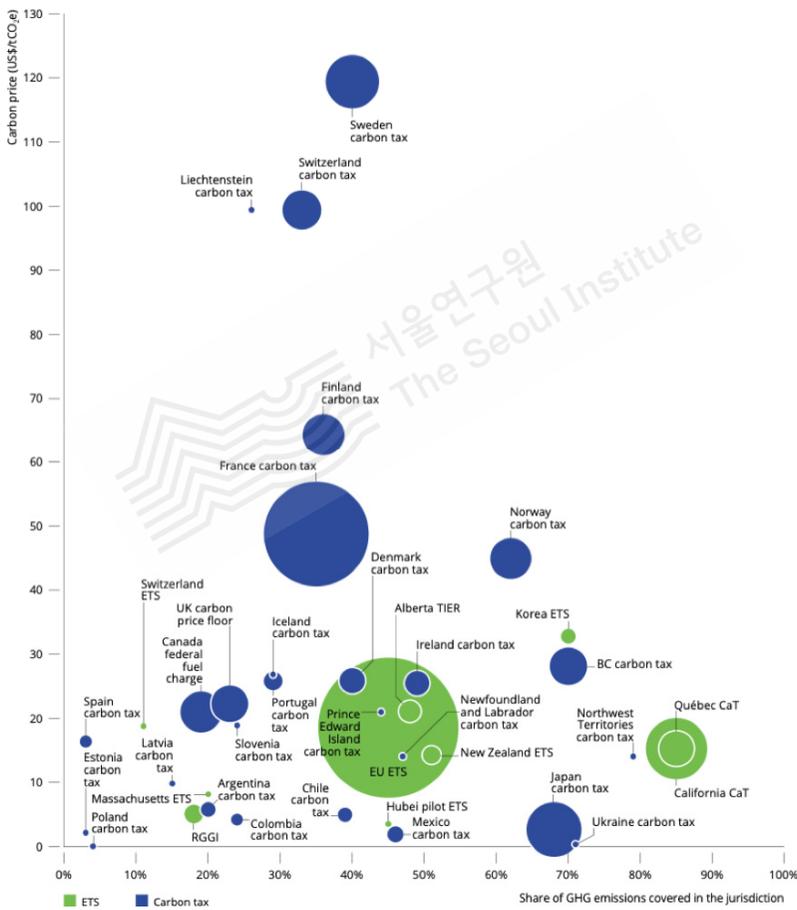
핀란드는 1990년에 세계에서 처음으로 탄소세를 도입하였다. 핀란드에서는 건물, 수송, 산업 부문에서 사용하는 화석연료에서 배출되는 이산화탄소를 대상으로 탄소세를 부과하고 있다. 단, 발전, 민간항공, 해운부문에는 탄소세가 적용되지 않으며, 열병합 발전소, 석유정제, 원료로 사용하는 석탄 등에 대해서는 탄소세를 부분적으로 감면하고 있다. 핀란드에서 탄소세가 다루는 온실가스 배출량은 핀란드 총 배출량의 36%를 차지한다. 탄소세는 에너지판매자나 수입자에게 월단위로 부과되며, 수송용 연료는 1톤당 62유로, 기타 연료는 1톤당 53유로가 부과된다.

프랑스에서는 2014년부터 건물, 수송, 산업 부문에서 사용하는 화석연료에서 배출되는 이산화탄소를 대상으로 탄소세를 부과하고 있다. EU ETS에 포함되는 업체에게는 탄소세를 면제하고 있으며, 발전, 해운, 항공, 대중교통, 화물교통, 비연소 산업공정 부문에 대해서는 탄소세를 부분적으로 감면하고 있다. 프랑스에서 탄소세가 다루는 온실가스 배출량은 프랑스 총 배출량의 35%를 차지한다. 탄소세는 에너지판매자나 수입자에게 분기단위로 부과된다. 탄소세 요율은 1톤당 45유로이다.

일본에서는 2012년부터 화석연료에서 배출되는 이산화탄소를 대상으로 탄소세를 부과하고 있다. 기본적으로 탄소세는 모든 부문에서 적용되지만, 산업, 발전, 농림업, 수송부문에서는 탄소세를 일부 면제하고 있다. 일본에서 탄소세가 다루는 온실가스

배출량은 일본 총 배출량의 68%를 차지한다. 탄소세는 에너지생산자에게 격월단위로 부과된다. 탄소세 요율은 1톤당 289엔이다.

[그림 2-39]는 전 세계의 개별 탄소시장에서 거래되는 탄소의 가격을 나타낸다. 대체로 탄소세를 도입한 유럽 국가에서 탄소의 가격이 온실가스 1톤당 40~120달러로 높게 형성되어 있으며, 탄소세를 도입한 남미와 동유럽 국가들에서는 탄소의 가격이 온실가스 1톤당 20달러 이하로 낮게 형성되어 있다. 배출권거래제도를 도입한 곳에서는 온실가스 1톤당 10~30달러 수준에서 거래가 이뤄지고 있는데, 한국은 배출권거래제도 도입 국가 중에서 탄소가격이 높은 편이다.



[그림 2-39] 전 세계 탄소가격 현황

자료: World Bank(2020)

3) 국내 시장메커니즘 활용 사례

국내에서는 2012년에 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」을 제정하고, 2015년부터 국가 배출권거래제도를 시행하고 있다. 국내 ETS는 동아시아에서는 국가 단위에서 처음으로 시행된 배출권거래제도이며, 2020년 기준으로 온실가스 총 할당량은 548백만CO₂e_q이다. 국내 ETS는 산업, 발전, 건물, 항공, 공공, 폐기물 등의 분야에서 연평균 온실가스 배출량이 125천톤CO₂e_q 이거나 단일 사업장 기준으로 연평균 온실가스 배출량 25천톤CO₂e_q 이상인 업체를 대상으로 온실가스 배출량을 할당하고 있다. 국내 ETS에는 2020년 기준으로 685개 업체가 포함되어 있으며, 국가 총 온실가스 배출량의 70%가 ETS 대상업체에서 배출되고 있다. 배출권 할당 방식은 그랜드파더링을 중심으로 벤치마크와 경매 방식을 병행해 왔는데, 3기(2021~2025년)부터는 벤치마크 방식과 경매의 비율을 각각 70%와 10%로 높일 예정이다. 국내에서는 EU ETS와 마찬가지로 에너지집약적인 산업과 무역집약적인 산업에게는 산업보호를 위해 100% 무상할당 방식으로 배출권을 할당하고 있다. 배출권의 저축과 차입, 국제 탄소시장 크레딧 활용은 제한적으로 허용한다. 배출권 할당위원회는 필요시 상쇄허용량, 차입량, 예비량, 가격상하한선 등을 활용해 시장안정화조치를 취할 수 있다. ETS 대상 업체는 매년 제 3자 검증을 거친 후 연간 배출량과 이행여부 등을 당국에 보고해야 하며, 허용배출량을 초과해 배출한 온실가스에 대해서는 1톤당 10만원 한도 내에서 이행연도의 배출권 평균 거래가격의 3배 이내의 과징금을 납부해야 한다. 2019년의 국내 ETS 평균 배출권 거래가격은 온실가스 1톤당 29,821원이었다. 현재 서울에서는 138개 업체가 배출권거래제도에 참여하고 있으며, 서울시에서 관할하는 시설 중에서는 자원회수시설, 상수도시설, 물재생시설, 월드컵공원 등 총 23개소가 배출권 할당업체로 지정되어 있다. 서울시는 2015부터 2017년까지 총 5,523천톤CO₂e_q의 배출량을 할당받았으며, 의무를 이행하고 남은 788천톤CO₂e_q 중에서 586천톤CO₂e_q을 거래시장에서 판매하여 121억원의 판매수익을 거두었다(서울시, 2018). 배출권 판매로 확보한 수익은 서울시 기후변화기금에 적립하고 있다.

국내에서는 배출권거래제도 외에는 환경문제 해결을 위한 목적으로 시장메커니즘을 활용한 사례가 드물다. 대체로 환경문제에 대해서는 명령통제방식을 활용하고 있으며, 사안에 따라서는 보조금 등 인센티브를 제공해 왔다. 구체적으로 건물부문에서는 건축물 에너지절약 설계기준, 서울시 녹색건축물 설계기준, 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정 등을 통해 건물별로 에너지성능 기준을 만족하도록 하고, 에너

지효율등급에 따라 인센티브를 제공하는 건축물에너지효율제도도 도입하고 있다. 융자지원 등을 통해 그린빌딩으로의 전환을 지원하는 건물에너지효율개선 프로그램(BRP)을 진행해왔으며, LED 조명과 미니태양광 등 건물에 고효율기구나 신재생에너지 설비 설치 시 보조금을 지원하고 있다. 서울형 FIT 제도를 통해 태양광에서 생산한 전력을 구매해주는 제도도 시행하였다. 국토교통부는 2020년부터 공공부문을 시작으로 의무화와 인센티브 제공을 골자로 하는 그린리모델링 사업과 제로에너지건축물 사업을 진행하고 있다. 서울시는 정부보다 의무화 도입 시기를 앞당겨 시행하는 방안을 계획하고 있다. 서울시는 또한 에코마일리지 사업을 통해 가정에서 에너지절약 실천 시 이에 대한 인센티브를 제공하는 시민참여 프로그램도 운영하고 있다. 참고로 서울시는 에코마일리지 사업을 통해 2017년 한 해 동안 약 12만톤의 온실가스를 감축하였으며, 약 5백억원을 회원들에게 인센티브로 제공하였다(서울시, 2018). 미세먼지와 관련해서는 대기오염물질 배출사업장을 1~5종으로 구분하고, 규모에 따라 집진설비 설치 의무화, 배출총량 규제 등을 시행하고 있다. 또한 관련법에서 대기오염물질 배출기준(농도)을 정해 적용하고 있다. 친환경보일러 구입 시에 보조금을 지급하는 사업도 진행하고 있다.

수송부문에서는 자동차연비기준과 배출가스기준을 정해 자동차 제작사가 의무적으로 준수하도록 하고 있으며, 공해차량운행제한제도(LEZ)를 통해 일정기준 이상으로 대기오염물질을 배출하는 차량은 법으로 정한 지역 내에서의 운행을 금지하고 있다. 전기와 수소차 등 친환경차량 구매 시에는 보조금을 지급하고, 취득세를 감면해주며, 통행료와 주차료 할인 등 각종 인센티브를 제공하고 있다. 또한 공공기관에는 관용차의 일정 수준 이상을 친환경차로 구매하도록 의무화하고 있다. 대기오염물질 배출량이 많은 노후차량에 대해서는 배출저감장치 부착 시 보조금을 지급하며, 조기폐차 시에도 지원금을 지급하고 있다.

이 밖에도 서울시는 도심 일부 구간에서 혼잡통행료를 부과하고 있으며, 버스전용차로, 녹색교통진흥지역, 교통유발부담금, 차없는 거리 등 다양한 수요관리정책과 대중교통 진흥정책을 시행하고 있다. 다만 이러한 정책들은 환경문제 해결을 1차적인 목적으로 하여 도입된 것이라고 보기는 어렵다. 한편, 혼잡통행료는 통행료 부과기준이 오염물질 배출에 기반한 것이 아니라는 점에서 이 보고서에 다루고 있는 환경문제 해결을 위한 시장메커니즘이라고 분류하기 어렵다.

국내에서 부과되고 있는 자동차 관련 세제 현황은 [표 2-4, 5]와 같다. 국내에서는

운행단계에서 휘발유와 경유 가격에 환경세가 반영되어 있다(교통에너지환경세). 이와 별도로 국내에서는 프랑스 등에서 시행하고 있는 보너스-부담금(bonus-malus) 제도를 벤치마킹하여, 주행거리당 탄소배출량이 적은 차량 구매 시에는 보조금을 지급하고 주행거리당 탄소배출량이 많은 차량 구매 시에는 부담금을 납부하게 하는 저탄소차 협력금제도를 추진한 바 있다(환경부, 2014). 다만, 당국은 2015년부터 제도를 도입할 계획이었으나 산업계의 반발 등으로 인해 시행이 늦춰지고 있다.

[표 2-4] 국내 자동차 관련 세제

구분	취득	보유	운행
국세	개별소비세, 교육세, 부가가치세		교통에너지환경세, 교육세
지방세	취득세	자동차세, 지방교육세	주행세

자료: 이재현(2019)

[표 2-5] 국내 유류세 현황

구분	휘발유	경유	LPG
개별소비세			160.6원/L
교통에너지환경세	529.0원/L	375.0원/L	
교육세	79.35원/L	56.25원/L	24.09원/L
주행세	137.54원/L	97.5원/L	
관세	3%	3%	3%
부가가치세	10%	10%	10%

자료: 교통에너지환경세법 시행령

5_서울의 성과와 교훈

1) 온실가스와 미세먼지 감축 노력

온실가스와 미세먼지는 서울이 관리해야 할 중요한 문제 중에 하나이다. 시민의 입장에서 기후변화와 고농도 미세먼지로 인해 재산상의 손실뿐 아니라, 심각한 건강영향과 심미적 영향을 받고 있기 때문이다. 이에 더해 서울은 대도시로서 시민의 경제활

동과 생활방식을 유지하기 위해 주변 지자체에게 커다란 환경적 부담을 안겨주고 있다. 대표적으로 서울에서 소비하는 전력을 생산하고 송전하는 과정에서 다른 지역에서는 미세먼지와 온실가스가 다량으로 배출되며, 지역 주민과의 갈등도 초래되고 있다. 이에 서울은 지역 내에서 발생하는 문제뿐 아니라, 지역 외에 유발하는 문제를 해결하기 위해서라도 온실가스와 미세먼지 저감을 위해 노력해야 한다. 서울의 온실가스와 미세먼지 대부분은 건물과 수송부문에서의 에너지소비 과정에서 배출된다. 따라서 서울은 건물과 수송부문을 중심으로 강한 에너지관리 정책을 마련하고 이행해 나가야 한다. 서울시는 이러한 점을 인지하고 있으며, 2010년대 초반부터 적극적인 에너지정책을 시행해왔다. 구체적으로 서울은 2008년에 '서울특별시 기후변화 대응에 관한 조례'를 제정하고 일찌감치 기준년도(2005년)에 대비한 온실가스 감축목표(2020년까지 25%)를 명문화하였다. 2015년에는 기후변화 대응 조례를 개정하면서 기준년도 대비 온실가스 감축목표를 2030년까지 40%로 조정하였다. 서울시는 온실가스 감축목표를 달성하기 위해 에너지부문을 중심으로 '원전하나 줄이기' (2012~2020년), '태양의 도시, 서울'(2018~2022년), '서울의 약속'(2015~2030년) 등 다양한 사업을 진행하고 있다. 원전하나줄이기는 원자력발전소 1기에서 생산하는 에너지(약 2백만 TOE) 만큼을 서울에서 자체적으로 생산하거나 효율화와 절약사업을 통해 감축하는 것을 목표로 한다. 2014년부터는 자립과 나눔, 참여를 핵심가치로 하여 원전하나줄이기 2단계(에너지살림도시, 서울) 사업을 진행하고 있다. 2단계에서는 신재생에너지, 효율화, 절약 등을 통해 450만TOE의 에너지를 서울에서 자체적으로 해결하고, 전력 자립률을 20%로 높이며, 온실가스 배출을 1.1천만톤CO₂eq 줄이는 것을 목표로 하였다. 태양의 도시는 온실가스와 미세먼지를 줄이기 위해 2018년부터 시작한 서울의 신재생에너지 정책이다. 태양의 도시 사업은 건물 미니태양광 보급(1백만 가구), 사업용 태양광 보급 등을 통해 2022년까지 서울시의 태양광 설비용량을 1GW로 높이는 것을 목표로 한다(태양광 발전비율 3%). 서울은 2015년에 개최된 지방정부 국제환경협의회(ICLEI) 세계총회에서 '기후변화 대응을 위한 서울의 비전(서울의 약속)'을 발표하고, 2030년까지 온실가스 배출을 2005년 대비 40% 줄이겠다고 공표하였다. 서울의 약속은 [그림 2-40]에 제시한 바와 같이 에너지, 대기·교통, 자원순환, 생태, 보건·안전 등 5개 분야 160개 사업으로 구성되며, 2030년까지의 분야별 목표와 실행방안을 담고 있다.



[그림 2-40] 서울의 약속 비전체계도

출처: 녹색서울시민위원회(2016)

서울시는 법정계획인 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 추진을 위한 서울특별시 시행계획」과 서울시 자체 계획을 통해 미세먼지 관리정책을 수행하고 있다. 2019년에 발표한 생활권 미세먼지 그물망 대책은 [표 2-6]과 같이 수송, 건물, 점오염원 등 3대 분야에 걸쳐 10개 과제로 구성되어 있다.

구체적으로 도로수송부문 배출 저감을 위해 서울시는 운행차 관리, 친환경차 보급, 교통수요 관리, 도로 비산먼지 관리 등의 대책을 시행하고 있다. 운행차 관리 대책으로는 노후 경유차 저공해화 사업, 친환경등급에 따른 자동차 운행제한 등을 시행하고 있다. 서울시는 친환경차 보급을 위해 구매 보조금 등의 인센티브 지원, 버스, 택시, 택배배송차, 관용차 등에 대한 친환경차 보급, 충전인프라 보급 등을 시행하고 있다. 교통수요 관리 대책으로는 서울형 카셰어링 서비스인 나눔카의 확대, 서울형 승용차 마일리지제도 운영, 대중교통 인프라 확충, 녹색교통진흥지역 지정 등을 시행하고 있다. 도로 비산먼지 관리를 위해서는 고효율 도로 먼지제거 장비를 도입하여 운영하고 있다. 건물부문 배출량 관리를 위해서는 친환경 저녹스 보일러 교체 지원 사업을 시행하고, 대형건물에는 친환경보일러 설치를 의무화하고 있다. 또한, 재생에너지 보급,

녹색 건축물 확산, 그린리모델링 등을 통해 기존 건물의 에너지효율을 개선하는 사업을 진행하고 있다. 이러한 사업을 통해 서울은 가정과 수송부문을 중심으로 온실가스 및 미세먼지 배출을 줄이는 성과를 거둔 것도 사실이다. 구체적으로 서울시 온실가스 배출량과 대기오염물질 배출량은 2010년대 중반까지 꾸준히 감소해왔다. 특히 동일 기간 국내 온실가스 배출량은 큰 폭으로 증가해왔다는 점을 감안하면, 서울의 성과는 더욱 돋보인다고 할 수 있다.

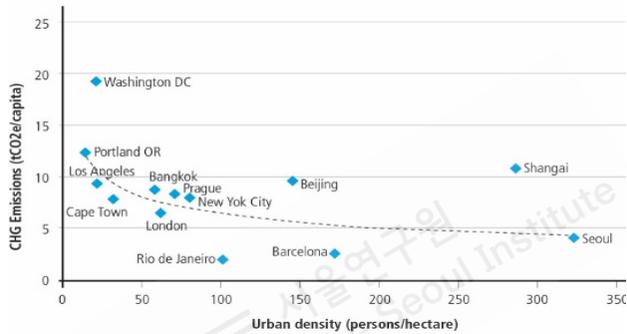
[표 2-6] 서울시 미세먼지 그물망 대책

분야	과제명	세부 내용
생활도로 자동차 저공해화	전기이륜차 전환 및 이륜차 배출가스 규제 강화	- '25년까지 배달용 이륜차 10만대를 전기이륜차로 전량 전환 - 중소형 이륜차에 대한 정기검사 등 배출규제 강화 건의
	경유 마을버스를 친환경 전기버스로 전량 교체	- 마을버스 1,581대 중 경유버스 444대를 전기버스로 교체 - 「경유 마을버스 제로」, '20년부터 본격 교체
	어린이 통학차량 친환경차 전환 지원사업 확대	- 매년 400대씩 '22년까지 1,400대 LPG, 전기차로 전환 지원 - 경유차 사용제한('23년) 적극 홍보, 위해성 및 조기 시행 건의
	가정용 친환경컨텐츠보일러 설치의무화에 따른 확대보급	- 가정용 친환경보일러 설치의무 제도화: '20년 3월 시행 - 보조사업과 공익협력사업 병행 추진으로 보급 대폭 확대
가정 및 대형건물 미세먼지 관리	영업용 저녹스버너 확대 교체보급	- 영업용 버너의 배출허용기준 강화 - '20년까지 0.3톤 이상 보일러 저녹스버너 교체 완료
	공동주택 미세먼지 정화장치(공조기) 공동관리 시행	- 서울시 순칙 개정 통해 공동주택의 환기장치 공동관리 추진 - 공동주택 환기장치 활용 안내 및 필터교체 필요성 홍보
	미세먼지 집중관리구역 지정·운영	- 대기배출시설 밀집지역 중 취약계층 이용시설 집중구역 선정 - 저감시설 지원 및 배출원 규제 동시 추진
점오염원 총괄 관리	IoT 기반 간이측정기 활용, 생활용 오염원 상시관리	- 간이측정기 정확도 평가 후 배출원 주변 시범 설치운영 - 도시데이터 복합센서 활용, 상시 모니터링 실시
	도심경찰버스 친환경차 도입 및 공회전 방지대책 추진	- 경찰버스 친환경차 도입으로 경유 경찰버스 퇴출 추진 - 친환경차 도입전 공회전 방지용 분전함 설치
	자동차 정비업소·검사소 관리를 통한 배출가스 관리	- 자동차정비업체 무단 공회전 및 민간검사소의 부정검사 단속 - 소규모 정비업체 매연포집시설 설치의무화 추진

자료: 서울시(2019)

더 나아가 온실가스 배출 특성과 관련하여 서울은 [그림 2-41, 42]에 나타난 것처럼 전 세계 도시 중에서 고밀도, 고소득 도시이면서 1인당 온실가스 배출이 적은 유형에 속한다. 일각에서는 제품 소비로 인한 온실가스 간접배출(제품 소비는 도시에서 하지만, 제품을 생산하는 과정에서 온실가스 배출은 공장이 위치한 지방에서 발생함)을 포함하면 시사점이 달라질 수 있다고 반박할 수도 있겠지만, 적어도 도시 간 비교에서

는 이러한 점이 큰 영향을 미치지 않는다는 점이다. 우선 서울은 다른 도시와 마찬가지로 서울시 경계 내에서 발생하는 직접배출(Scope 1)뿐 아니라, (그리드를 통해 공급받는) 전력과 열 소비, 인천에 위치한 수도권매립지에서 처리되는 폐기물로 인해 발생하는 간접배출(Scope 2)도 포함해 온실가스 인벤토리를 산정하고 있다. Scope 2에 포함된 전력과 열을 제외한 나머지 제품의 소비로 인한 간접배출(Scope 3)은 자료와 방법론상의 한계로 공식적으로 활용하는 곳이 많지 않아 직접적인 비교는 어렵지만, 대부분의 산업화된 국가의 도시는 공장 등이 도시 외부나 해외로 이전했다는 점을 공유하기 때문에 Scope 3 배출을 포함하더라도 도시 간 비교 시 서울의 상대적인 위치는 크게 변하지 않을 것이다.³⁾



[그림 2-41] 전 세계 주요도시 온실가스 배출 현황

출처: World Bank(2014)

GHG/capita	GDP/capita	Assigned typology	Example cities
High	High	Steep Decline	Toronto Melbourne New York City
	Low	Early Peak	Cape Town Durban*
Low	High	Steady Decline	Stockholm Seoul* London
	Low	Late Peak	Quito Caracas* Amman

[그림 2-42] 전 세계 주요도시 온실가스 배출 특성 분류

출처: C40(2016)

3) 물론 도시와 비도시 간 비교 시에는 Scope 3 배출이 중요한 시사점을 제공한다. 대부분 제품 소비는 도시에서 이뤄지지만, 제품 생산은 비도시나 저개발국가에서 이뤄지며 이 과정에서 온실가스가 배출된다는 점에서 도시의 온실가스 감축 책임이 크다는 점을 부정하지는 않는다.

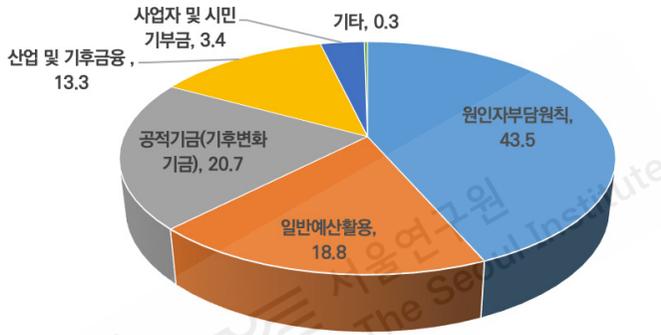
2) 경험을 통한 교훈

그러나 2010년대 중반 이후 최근까지 서울의 온실가스와 미세먼지 배출량은 정체하거나 오히려 증가하는 경향을 보이고 있다. 폭염과 한파, 대기정체, 외부 오염물질 유입 등 외부요인이 중요한 영향을 미친 것도 사실이지만, 한편으로 그동안 정부와 서울시가 추진해왔던 명령통제 방식의 정책수단이 이제는 어느 정도 한계를 드러내고 있는 것이라고 해석할 수도 있다. 예를 들어 건물에너지효율개선 사업, 신축건물 에너지 성능기준, 신차 연비기준 등은 건물이나 차량의 에너지성능을 향상시키는 데는 성과를 보일 수 있지만, 이를 사용하는 시민과 기업의 행동양식이 바뀌지 않으면 궁극적으로 건물과 차량의 에너지소비를 줄여나가는 데에는 한계가 있다. 에너지효율이 향상되더라도 에너지소비 자체는 크게 줄지 않거나 오히려 증가할 수 있다는 반동효과(rebound effect)는 에너지 분야에서는 이미 잘 알려진 현상이기도 하다. 구체적인 예로서 그동안 건물에너지성능기준이 향상되었음에도 불구하고, 상업건물의 에너지 소비는 큰 폭으로 증가하고 있다.

이러한 경험은 주는 교훈은 건물과 수송부문에서 온실가스와 미세먼지 배출을 획기적으로 줄이기 위해서는 시민과 기업의 참여가 절대적으로 필요하다는 점이다. 시민과 기업의 실질적 참여를 유도하기 위해서는 오염물질 배출세나 배출권거래제도와 같은 시장메커니즘을 활용하는 방안을 진지하게 검토할 필요가 있다. 이러한 시장메커니즘은 그동안 환경 분야에서 일반적으로 활용해왔던 보조금과는 성격이 다르다. 대체로 현재 활용되고 있는 보조금은 환경에 나쁜 행동을 하지 않는 대가로, 이를 위해 직접 소요되는 비용의 일부를 지원해주는 형태이다. 자동차 배출가스 저감장치 부착 보조금이 대표적인 예이다. 노후경유차는 대기오염물질을 다량으로 배출한다는 점에서 환경에 부정적인 영향을 준다. 환경 분야 대 원칙 중 하나이면서 [그림 2-43]과 같이 시민들도 선호하고 있는 원인자부담원칙에 따르면, 노후경유차 운행자는 환경에 미치는 부정적 영향에 대해 페널티를 받아야 한다. 이때 페널티는 시장메커니즘에 따르면 환경에 미치는 부정적인 영향에 비례해 차등적으로 부과되어야 한다. 그러나 현재의 제도는 오염행위에 대해 페널티를 부과하는 대신, 오히려 보조금을 주면서 오염행위를 하지 않도록 유도하고 있다. 또한 시장메커니즘에 따르면 개인이 환경개선에 기여하는 정도에 따라 차등을 두어 인센티브를 지급해야 하지만, 현재의 제도에서는 정액이나 정률로 보조금을 지급하는 경우가 대부분이다.

설문조사에 따르면 시민들과 이해당사자들도 환경문제 해결을 위해 경제적 수단을 도

입하는 것에 긍정적인 편이다(황인창 외, 2020). 이에 이 연구에서는 사례분석과 데이터 분석을 통해 온실가스와 미세먼지 저감을 위해 활용할 수 있는 경제적 수단을 검토하고, 이를 바탕으로 다음 소절에 제시한 바와 같이 건물부문과 수송부문을 중심으로 경제적 수단 활용방안을 제안한다. 다만, 구체적인 실행계획은 이 연구의 범위를 벗어나는 것이기에 여기에서는 이론적 측면에서의 도입방향과 전략을 제시한다. 향후 제도 도입에 대한 공감대가 형성되면 서울시와 정부는 구체적인 실행계획을 수립할 필요가 있다. 이때 단기적으로는 제도의 연속성을 감안해 현재 실행하고 있는 정책수단에 시장메커니즘 요소를 더하는 방향으로 접근하고, 중장기적으로는 본격적으로 시장메커니즘 수단을 도입해 나가야 할 것이다.



[그림 2-43] 기후변화 대응을 위한 자원마련 방안 선호도 설문조사 결과

출처: 황인창 외(2020)

03

해외 건물부문 경제적 수단 사례분석



1_개요

2_도쿄 건물부문 배출권거래제도

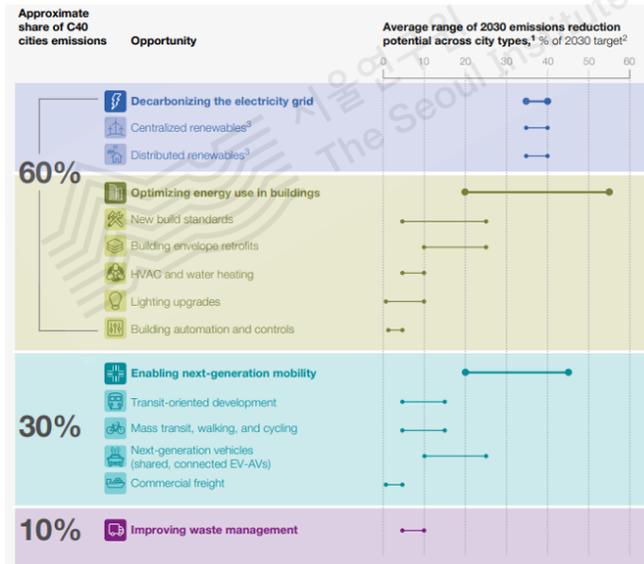
3_뉴욕 건물부문 온실가스 총량제

4_성과평가와 시사점

03. 해외 건물부문 경제적 수단 사례분석

1_개요

건물부문은 도시의 온실가스 감축에서 가장 중요한 부문이다. [그림 3-1]에 나타난 바와 같이 전 세계 대도시에서 건물부문은 온실가스 배출의 대부분을 차지하며, 감축 잠재량도 가장 높다.



[그림 3-1] C40 회원도시 온실가스 감축 잠재량

자료: C40(2018)

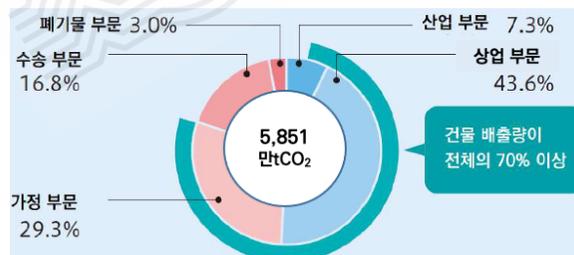
이하에서는 건물부문 온실가스 감축을 위해 경제적 수단을 도입하거나 고려하고 있는 도쿄와 뉴욕의 사례를 자세히 살펴볼 것이다. 도쿄와 뉴욕은 부문별 온실가스 배출

비중과 온실가스 감축 목표 등에 있어서도 서울과 유사한 특징을 갖고 있다. 구체적으로 도쿄와 뉴욕은 서울과 마찬가지로 건물부문이 온실가스 총 배출량의 60~70%를 차지하며, 2030년까지 온실가스 배출을 30~40% 줄이고, 2050년까지는 탄소중립에 도달하겠다는 목표를 갖고 있다. 또한 도쿄와 뉴욕은 건물부문에서의 온실가스 감축을 탄소중립 달성을 위한 핵심 부문으로 고려하고 있다(TMG, 2020; City of New York, 2016).

2_도쿄 건물부문 배출권거래제도

1) 일반현황과 도입배경

도쿄는 2030년까지 온실가스 배출량을 2000년 대비 30% 감축하고, 2050년까지는 온실가스 순 배출량을 0(넷 제로)으로 하는 탄소중립을 목표로 한다. [그림 3-2]에 나타난 바와 같이 도쿄 역시 다른 대도시와 마찬가지로 온실가스 배출량의 70% 이상이 건물부문에서 배출되고 있어 건물부문에서의 온실가스 감축을 탄소중립 달성을 위한 핵심정책으로 다루고 있다.

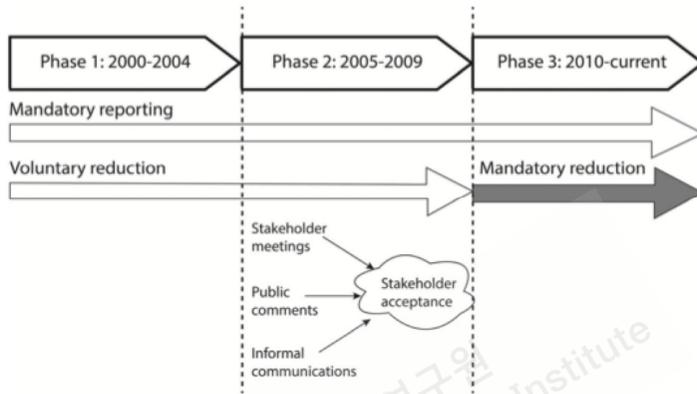


[그림 3-2] 도쿄 부문별 온실가스 배출 비중(2017년)

자료: 도쿄도 홈페이지

도쿄는 2010년에 아시아에서는 처음으로 총량할당과 거래(cap and trade) 방식을 적용한 온실가스 배출권거래제도를 시작했다. 도쿄는 [그림 3-3]에 나타난 바와 같이 배출권거래제도를 시행하기에 앞서 2000년부터 온실가스 배출량 보고 의무제도와 자발적 감축제도를 시행하였으며, 2005년부터는 의무감축제도에 대한 수용성 확보를

위해 이해관계자 협의를 진행하였다. 도쿄가 배출권 거래 방식을 도입한 것은 자발적 감축만으로는 온실가스 감축 목표를 달성하기 어려웠기 때문이다. 2000년대 중반 이후 효과적인 온실가스 감축을 위해서는 강제성은 있으나 보다 유연한 방식을 도입할 필요성이 부각되었고, 이해관계자 협의를 거쳐 2008년에 도쿄도의 조례(환경확보조례)를 개정하면서 배출권거래제도 도입을 위한 법적 근거를 마련하였다(이수철, 2010).



[그림 3-3] 도쿄 배출권거래제도 시행 과정

자료: Roppongi et al.(2016)

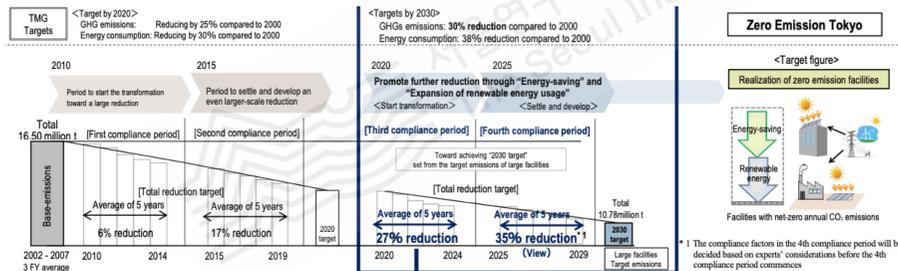
2) 운영방식과 특징

도쿄의 배출권거래제도는 상업 건물과 에너지공급시설 등 에너지다소비 시설에서 배출되는 온실가스 저감을 주요 목표로 한다. 원유환산기준으로 연간 1,500kl 이상 에너지를 사용하는 건물과 시설을 대상으로 온실가스 배출총량을 할당하고 거래를 통해 의무감축량을 달성하는 것을 허용하고 있다. 2019년 기준으로 도쿄에서 배출권거래제도 대상이 되는 건물과 시설은 1,123개이며 그중 대부분(85%)은 상업용 건물이다. 배출권거래제도에 포함되는 시설은 건물 수로는 도쿄 내 전체 상업용 및 공장 건물의 0.2%에 불과하지만, 상업용 및 공장 건물 총 온실가스 배출량의 40%를 차지한다. 도쿄에서는 건물과 시설별로 온실가스 배출총량을 할당하는데, 이행기간 동안의 배출총량은 [식 3-1]과 같이 산정한다(grandfathering 방식).

배출총량(톤 CO_2) = 기준배출량(톤 CO_2 /년) \times (1 - 감축률) \times 이행기간(년) [식 3-1]

기준배출량은 2002년에서 2007년 사이 6개년 중 연속하는 3개년 평균값을 사업자가 선택하여 사용할 수 있도록 한다. 다만 해당 기간 동안 개보수공사나 공실 등의 사유로 배출량이 극단적으로 낮은 해가 있었을 때에는 기준배출량 산정 시 2개년 평균값을 사용할 수 있도록 허용하였다. 제도 시행 중간에 신규로 의무감축 대상 사업자로 선정된 건물이나 시설은 그간 온실가스 감축 대책 추진 실적에 따라 과거의 배출 실적을 바탕으로 기준배출량을 산정하거나, 배출표준원단위(단위면적당 배출량)를 적용해 기준배출량을 산정하도록 한다(benchmark 방식).

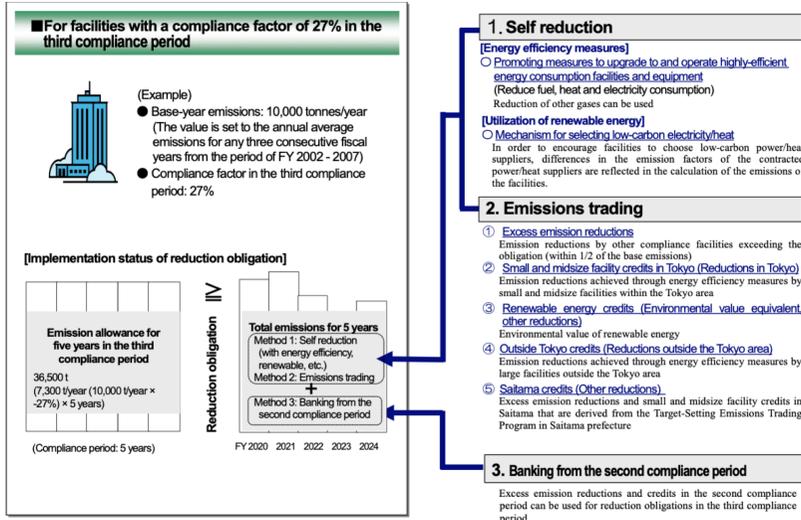
도쿄에서는 5년 단위로 이행기간을 구분하여 이행기간 별로 의무 감축률을 설정하고 있다. 이행기간이 종료된 후에는 1년 3개월 동안 정리기간을 거쳐 이행여부를 평가하고 미 이행 시 법률에 따라 페널티를 부과한다. 의무 감축률은 [그림 3-4]에 나타난 바와 같이 도쿄 전체의 온실가스 감축 목표와 연계하여 선정하고 있다. 도쿄에서는 상업용 건물 기준으로 1기(2010~2014년) 8%, 2기(2015~2019년) 17%, 3기(2020~2024년) 27%, 4기(2025~2029년) 35% 등 감축목표를 점진적으로 강화하고 있다. 공장 건물에 대해서는 상업용 건물보다 감축률을 2%포인트(p) 낮게 설정한다.



[그림 3-4] 도쿄 배출권거래제도 감축목표

자료: TMG(2020)

온실가스 감축의무가 부과된 개별 건물이나 시설은 온실가스 배출총량을 달성하기 위하여 [그림 3-5]에 제시된 바와 같은 세 가지 방법을 사용할 수 있다. 우선 건물이나 시설은 에너지효율개선 수단이나 신재생에너지 설비투자를 통해 대상 건물이나 시설 내에서 온실가스 배출을 직접 줄일 수 있다. 둘째로 건물이나 시설은 배출권 거래를 통해 온실가스 감축의무를 달성할 수 있다. 마지막으로 건물이나 시설은 직전 이행기간에 초과로 달성한 감축량 또는 직전 이행기간에 구입한 탄소크레딧을 이번 이행기간의 목표달성을 위해 활용할 수 있다.



[그림 3-5] 도쿄 배출권거래제도 이행방식

자료: TMG(2020)

도쿄에서는 다음과 같은 다섯 가지 유형의 탄소크레딧을 허용하고 있다. 우선, 개별 건물이나 시설은 의무감축량 이상으로 온실가스 배출을 줄이면 해당하는 양만큼의 초과크레딧(exceeding credit)을 부여받을 수 있다. 초과크레딧은 이행기간 내 2차년도부터 판매할 수 있으며 판매할 수 있는 양은 [식 3-2]와 같이 산정한다. 다만 도쿄에서는 배출권을 투기목적으로 사용하는 것을 우려해 감축목표를 초과해 감축한 양에 대해서만 크레딧을 부여하고 있으며, 판매자는 당사자 건물이나 시설의 기준배출량 대비 50% 한도 내에서만 초과크레딧을 판매할 수 있다.

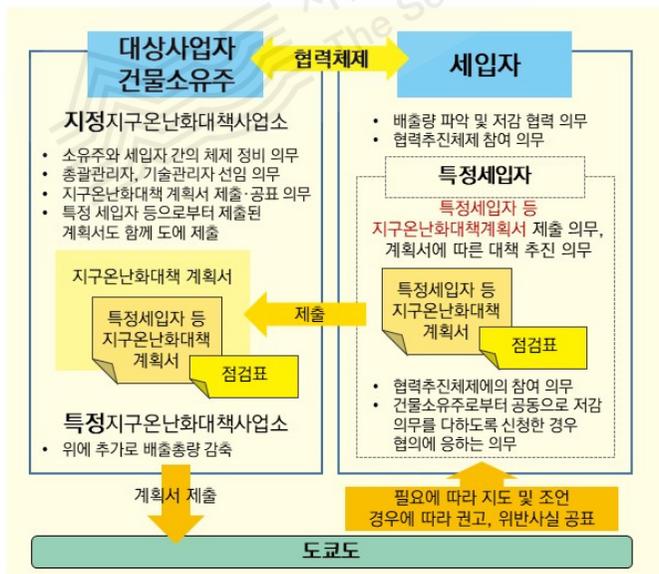
$$\text{초과크레딧} = \text{누적감축실적} - \text{이행기간 총 의무감축량} \times \text{누적기간/이행기간} \quad \text{[식 3-2]}$$

도쿄에서는 제도의 유연성을 확보하기 위해 다음과 같은 네 가지 유형의 상쇄크레딧(offset credit)을 구매하여 의무이행에 사용할 수 있도록 허용하고 있다. 다만, 도쿄는 배출권거래가격 폭등 시에는 상쇄배출권 크레딧의 공급량을 조절하고 있다. 첫째로 도쿄 내에 있는 중소규모 시설로서 배출권거래제도 대상이 아닌 건물이나 시설은 에너지효율개선을 통해 온실가스를 감축한 실적이 인정되면 중소규모시설 크레딧을 발급받을 수 있다. 둘째로 도쿄 외 지역에 위치한 대규모 시설이나 건물(도쿄 대상기준과 동등 규모)에서 에너지효율개선을 통해 온실가스를 감축한 실적이 인정되면 도

교 외 지역 크레딧을 발급받을 수 있다. 다만, 판매자에게는 도쿄 배출권거래제도의 의무감축량을 초과해서 감축한 양에 대해서만 크레딧을 발급하며, 구매자는 대상 건물 의무감축량의 1/3 한도 내에서만 도쿄 외 지역 크레딧을 활용할 수 있다. 셋째로 인근 사이타마현에서 시행 중인 배출권거래제도에서 거래되는 크레딧을 구입하여 사용할 수 있다. 넷째로 직접 재생가능에너지 설비에 투자하거나, 도쿄도가 인정한 저탄소 전력원을 구매하여 사용하면 재생가능에너지 크레딧을 발급받을 수 있다.

의무감축 대상 시설과 건물은 매년 온실가스 배출량을 산정하고 검증기관을 통해 검증을 받은 후 당국에 결과를 제출해야 한다. 개별 시설과 건물의 의무이행 등에 관한 정보는 홈페이지 등을 통해 공개된다. 감축 의무량을 달성하지 못한 시설과 건물에 대해서는 1차적으로 부족량의 1.3배에 해당하는 양만큼 추가적인 감축을 명령하고, 명령위반 시에는 최대 50만 엔의 벌금과 함께 부족한 양의 1.3배에 상당하는 벌금을 부과하고 있다.

도쿄에서는 기본적으로 건물 소유주에게 온실가스 감축의무가 부과되는데, [그림 3-6]에 나타난 바와 같이 연면적 5천㎡ 이상이거나 연간 전기사용량이 6백만kWh 이상인 특정 세입자는 건물 소유주와 함께 감축의무를 부담하도록 하고 있다.



[그림 3-6] 도쿄 배출권거래제도에서 건물소유주와 세입자의 의무

자료: 황인창, 이윤혜(2018)

3) 제도 수용성

도쿄는 2005년부터 본격적으로 정책수용성 확보를 위한 이해관계자 협의를 시작하였으며, 2007년에는 도쿄 환경국에서 임대건물에 대한 대규모 설문조사를 시행하였다. 배출권거래제도 도입과 관련해 도쿄에서는 [그림 3-7]에 나타난 바와 같이 초기에는 경제단체를 중심으로 반대가 있었으나, 학계와 시민단체의 적극적인 지지와 함께 정치권과 경제산업성의 입장이 변하면서 조례를 개정하고 배출권거래제도를 공식적으로 도입할 수 있었다(이수철, 2010).

배출권거래제도 도입,시행을 둘러싼 일본 각계의 입장

정치권

민주당(신정권)---배출권거래 및 탄소세추진
 자민당(구정권)--- 재계입장을고려하여 도입에 유보적이었음

정부

환경성---2005년부터 자율모집 캠페인드레드방식의 도입하였으며 최근에는 적극적 전면 도입
 경제산업성---산업경쟁력에문제로 도입에 유보적이었으나 최근 주도권확보 움직임

경제계

경단련(우리나라의 전경련에 해당)---도입의 불가 방침을 고수하였으나 최근 다소 완화
 경제동우회(중견기업가단체)---C&T배출권거래제도도입 찬성표명

학계

진보적학자---도입을 적극적으로 지지
 일부학자---배출권거래제도의 정치적측면을 논하기보다 배출권거래제도의 결함을 지적

시민단체

대다수의 시민단체는 C&T방식을 지지

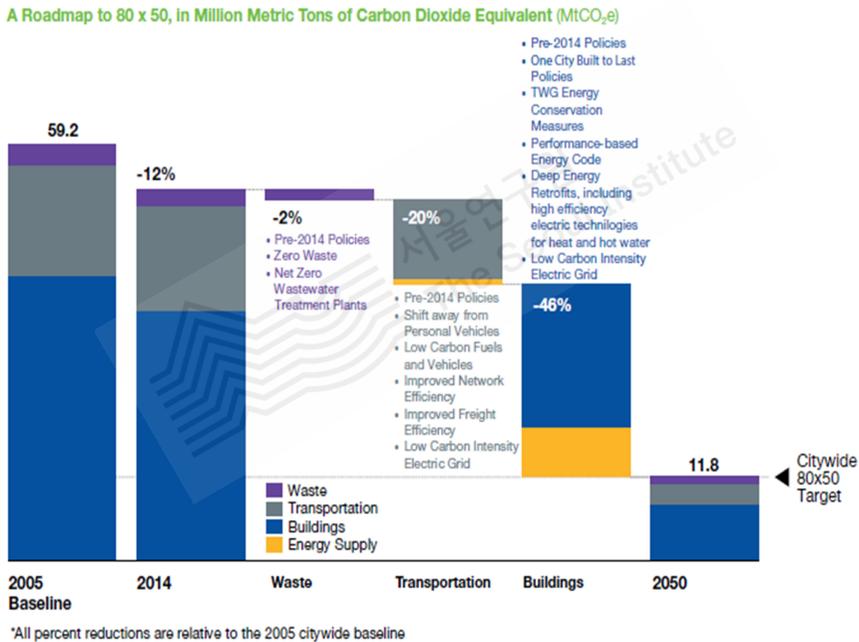
[그림 3-7] 도쿄 배출권거래제도 이해관계자 수용성

자료: 이수철(2010)

3_뉴욕 건물부문 온실가스 총량제

1) 일반현황과 도입배경

뉴욕시는 기준년도(2005년) 대비 온실가스 배출을 2030년까지 40% 줄이고, 2050년까지 80% 줄이는 목표를 갖고 있다. 공공부문에서는 기준연도(공공부문 배출 기준연도는 2006년) 대비 2025년까지 40%, 2030년까지 50% 줄이는 것을 목표로 한다. 뉴욕에서는 [그림 3-8]에 나타난 바와 같이 건물부문이 온실가스 배출의 대부분(68%)을 차지하고 있으며, 2050년까지의 온실가스 감축목표 중 절반 이상은 건물 부문이 담당하고 있다.



[그림 3-8] 뉴욕 온실가스 감축 로드맵

출처: City of New York(2016)

뉴욕은 [표 3-1]과 같이 2009년에 건물관련 법규를 제정하면서 건물의 에너지소비량을 모니터링하고 에너지효율을 개선하도록 명령할 수 있는 근거를 마련하였다. 또한 건물 소유주가 에너지효율 개선을 위해 투자하고 재생가능 에너지원에 투자하도록 유

도하는 정책을 마련하고, 청정난방 프로그램(Clean Heat Program) 등 청정에너지 전환 사업도 진행하였다.

[표 3-1] 뉴욕 2009년 제정 지방법(local law) 주요내용

법안	주요내용
지방법 84	대형 건물은 매년 에너지와 용수 사용량을 공개해야 함
지방법 85	뉴욕시 건물 에너지 기준(Energy Conservation Code) 마련
지방법 87	대형 건물은 10년에 한 번씩 에너지 진단을 받아야 하며, 에너지 시스템 성능을 검사하고 에너지 절약 조치 등을 수행해야 함
지방법 88	비주거용 대형 건물은 모든 조명을 2025년까지 고효율 조명으로 교체해야 하며, 임차인에게 계량기를 설치해 주어야 함

자료: City of New York(2014)

2014년에 뉴욕시는 2025년까지 건축물에서 배출되는 온실가스를 2005년 대비 30% 줄이는 것을 목표로 건물에너지 효율향상 프로젝트(One City: Built to Last)를 시작하였다. 건물에너지 효율향상 프로젝트는 [표 3-2]에서 나타난 바와 같이 4개 분야에 걸쳐 22개 세부 프로그램으로 구성된다. 이 프로젝트는 중소형 건물주, 에너지공급 사업자, 시민 등 관련 이해관계자의 참여를 이끌어 낸 것이 특징이다. 이를 위해 프로그램에서는 지역주민을 대상으로 한 교육과 홍보사업을 지원하고, 지역 내 사업장과 파트너십을 맺어 프로그램 이수한 사람들이 지역 에너지공급 사업장, 커뮤니티 기반 조직, 민간 에너지 회사 등에 취업할 수 있도록 연결해주고 있다.

뉴욕시는 2050년까지 온실가스 배출을 80% 줄이겠다는 장기 목표를 달성하기 위해서는 건물 부문에서 2014년에 제시한 수준보다 높은 강도의 노력이 필요하다고 판단하여 2016년에 새로운 건물 온실가스 감축 프로그램을 제안하였다(One City: Built to Last). 이를 위해 뉴욕에서는 부동산, 공학, 건축, 노동, 주택공급 등 분야별 전문가와 이해관계자 50명으로 구성된 건물분야 기술실무그룹(Buildings Technical Working Group)을 구성하고 건물 온실가스 저감 정책과 프로그램 개발을 추진하고 있다. 기술실무그룹은 용도, 노후도, 높이에 따라 건물 유형별(21개 유형) 온실가스 배출량을 분석하고, 다가구건물과 상업건물에서의 냉난방과 온수 급탕 부문을 중심으로 100여 개의 에너지절약방안(Energy Conservation Measures)을 제안하였다. 기술실무그룹은 에너지절약방안 중 2/3 이상을 저비용으로 온실가스를 감축할 수 있는 수단(온실가스 1 파운드 감축당 2달러 이하)으로 제안하였으며, 이를 모두 적용하면 뉴욕시 건물 온실가스 배출량의 29%를 감축할 수 있을 것으로 기대하고 있다.⁴⁾ 뉴욕

시는 초기에는 자발적 참여를 통한 온실가스 감축을 추진하였으나, 이해관계자와의 협의 과정에서 건물주는 대부분 정책의 확실성이 담보되어야 온실가스 감축 사업을 계획하고 자금을 조달할 수 있다는 점을 확인하고 법규나 행정명령을 통한 의무감축으로 정책 방향을 변경하였다.

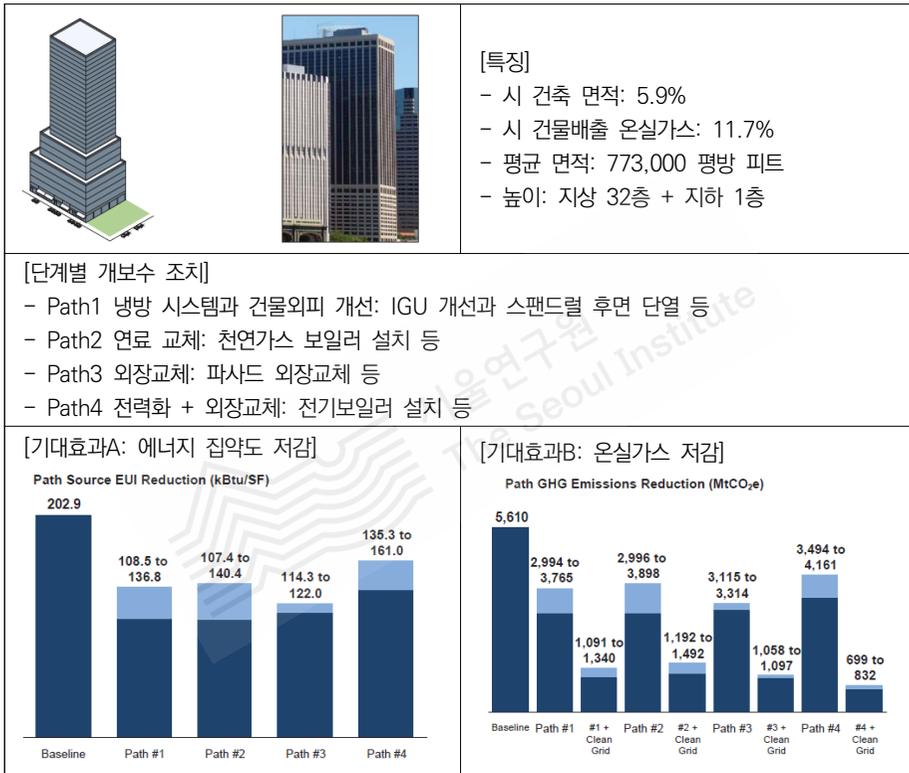
[표 3-2] 뉴욕 건물에너지 효율향상 프로젝트(2014년) 주요내용

분야	주요내용
지속가능건물의 모델로서 공공건물	<ul style="list-style-type: none"> - 시 소유 모든 건물 대상으로 고부가가치 프로젝트 투자(경쟁을 통한 대상 선정과 지원) - 옥상 태양광 시설 확대(2024년까지 200개 이상 학교건물) - 주요 도시 기반시설 개보수(리모델링, 열병합발전 프로젝트) - ExCEL(Expenses for Conservation & Efficiency Leadership) 프로그램 등을 통한 건물 운영 및 유지보수 개선 - 새로운 청정에너지 기술 시범 사업 - 에너지성능계약(Energy Performance Contract) 등을 통한 공공주택 효율성 및 품질 개선
민간건물의 에너지효율 개선 및 재생에너지 투자 활성화	<ul style="list-style-type: none"> - 민간건물 대상 에너지 및 수도 개보수 촉진(Retrofit Accelerator) 프로그램 시행 - 에너지 효율과 회복력 향상을 위한 지역사회 지원 - 건물 에너지기준 대상 범위 확대(기존 5만ft²에서 2.5만ft²로 확대) - 그린 모기지, 에너지보전 채권(Qualified Energy Conservation Bonds) 등 활용 에너지 효율 개선 및 청정에너지 설치 자금 지원 - 중소규모 다가구주택 등에 대한 에너지 및 수도 효율 향상 - 뉴욕 태양에너지 파트너십 등을 통한 건물 태양광 발전 보급 - 다가구주택 금융지원 프로그램 - 지역 에너지공급사와의 협력을 통해 지역사회 재생에너지 보급과 효율향상 지원 - 탄소 챌린지 프로그램 확대(탄소감축 정보 플랫폼, 분석툴 지원) - 차세대 건물 에너지 관리자 프로그램 시행 - 쿨루프(Cool Roof) 프로그램 확대 - 가정 에너지 사용 저감을 위한 홍보 프로그램(GreeNYC)
세계적 수준의 녹색건물 및 에너지 기준	<ul style="list-style-type: none"> - 건물 에너지 기준(code) 지속적 향상 - 에너지 기준 집행 강화
청정에너지 기술 및 혁신을 위한 글로벌 허브	<ul style="list-style-type: none"> - 뉴욕 빌딩을 위한 혁신적인 기술 탐색 - 청정에너지 및 에너지효율 관련 스타트업 지원(청정기술 인큐베이터 프로그램)

자료: City of New York(2014)을 참고하여 작성

4) 1파운드는 약 0.45kg

뉴욕에서는 에너지절약방안 도입과 함께 대표적인 건물 유형 여덟 가지에 대해 유형별로 단계별 개보수 방안을 제안하고 정량적인 효과를 분석하였다. 구체적으로 건물 에너지소비량의 40~60%를 절감하는 것을 목표로 [그림 3-9]와 같이 유형별로 4~5개의 개보수 단계(path)를 제안하였다. 건물 에너지 모델링에는 현재 적용 가능한 기술과 전략을 중심으로 난방, 열 공급 시스템, 건물 외피의 획기적인 개선, 재생에너지 활용을 주요 방법으로 적용하였다. 또한 향후 재생에너지 기반 전력이 상용화될 것이라는 가정하에 에너지원의 전력화도 주요 방안으로 고려하였다.

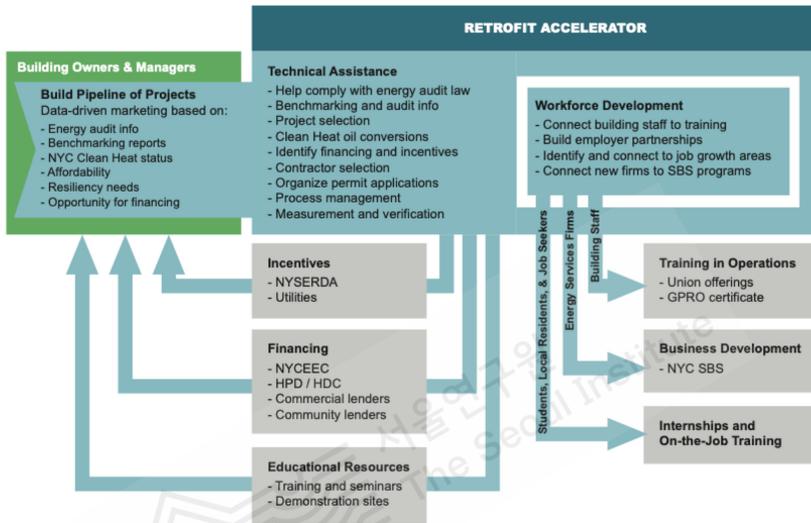


[그림 3-9] 뉴욕 대형건물 단계별 개보수 방안

출처: City of New York(2016)

뉴욕에서는 대형건물 소유주에게 높은 수준의 건물 에너지 성능 달성을 요구하며, 이를 위해 템플릿을 개발해 에너지 진단에 활용하고 있다. 또한 [그림 3-10]과 같이 개보수 촉진(Retrofit Accelerator) 프로그램 내에 '고 성과 개보수 과정'을 개발하여 건물 소유주의 개보수 프로젝트를 실질적으로 지원하고 있다. 또한 건물주에게 장기

적인 개보수 전략, 적용 가능한 기술과 제품 등에 대한 기술자문과 교육훈련을 제공하고 있다. 건물 소유주와 관리자가 재생에너지 프로젝트 현장에서 겪는 어려움을 해결하기 위해 뉴욕 태양 파트너십(Solar Partnership)과의 협력을 확대하고, 지원 프로그램(Solarize NYC)을 확장하여 민간 건물의 재생에너지 투자를 증대하고 있다. 뉴욕 탄소 챌린지(Carbon Challenge)⁵⁾ 참여자와 협력하여 다양한 건물에서 혁신적인 개보수 전략을 테스트하고 있다.



[그림 3-10] 뉴욕 개보수 촉진 프로그램

출처: City of New York(2014)

뉴욕시에서는 2009년에 건물 에너지 기준(Energy Conservation Code)을 제정하였다. 당시 에너지 기준은 건물 건축단계에서 만족해야 할 최저 에너지 효율 기준을 제시한 것으로 건물 사용 단계에서의 에너지 사용량을 평가하지는 않았다. 이에 뉴욕시의 에너지법 자문 위원회는 건물 전체의 시스템을 고려해 에너지 효율 향상 조치를 유도하는 방향으로 건물 온실가스 관리 목표와 에너지 기준을 개정하도록 제안하였다. 2016년 이후 개정안에서는 건물 외피의 에너지 손실 방지를 위해 신축 건물의

⁵⁾ 10년 내에 온실가스 배출량을 30% 감축하는 것을 목표로 대학, 병원, 기업, 다가구 건물, 호텔 등 100여개 이상의 기관과 기업이 참여하고 있는 자발적 탄소감축 프로그램. 자료: <https://www1.nyc.gov/site/sustainability/our-programs/carbon-challenge.page>

통기 검사를 의무화하고, 저지대 등 취약지역에 대해서는 특화된 외벽 설치를 의무화하였다. 또한 1-2인 가구 주택에는 지붕에 태양광을 위한 공간을 설치하도록 의무화하였다. 연면적 50천ft² 이상 대형건물에게만 적용되던 에너지소비량 분석과 에너지 진단 및 개보수 의무를 25천ft² 이상 중형 건물로 확대하고, 이를 지원하기 위해 벤치마킹지원센터(Benchmarking Help Center)를 설립하였다. 또한 시에서 금융 지원 받는 주택도 에너지소비량을 의무적으로 분석하도록 하였다. 건물에너지기준을 적용 받지 않는 역사적 건물에 대해서는 별도의 에너지기준을 개발하여 적용할 계획이다. 뉴욕시는 2016년에 친환경건물법을 통해 모든 시 소유의 신규 부동산 건설 프로젝트는 현행 에너지 기준 대비 에너지소비를 최소 50% 이상 절감하는 방향으로 설계하도록 의무화하였다. 이러한 저에너지 설계 목표를 통해 뉴욕시는 시장에 저에너지 건물 설계에 대한 모범 사례를 제시할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 뉴욕시는 이밖에도 건물주가 5천ft² 이상 공간을 사용하고 있는 임차인에게는 별도의 전력계량기를 설치해 주고 월간 에너지소비량 정보를 제공하도록 의무화하였다.

뉴욕시에서는 건물 온실가스 감축관련 여건변화를 고려해 매 3년마다 에너지기준을 포함한 에너지법을 개정할 계획이다. 이처럼 점진적 법규 개정을 통해 급격한 기준변경 시에 건물주가 겪을 수 있는 비용 상승 부담을 일정부분 완화시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다. 또한 뉴욕시는 2019년부터 건물에 설치된 개별 에너지 설비에 대한 에너지 효율 기준을 설정하는 대신 건물의 총 온실가스 배출량을 기준으로 목표를 설정하는 방향으로 법률을 개정하였다.

2) 운영방식과 특징

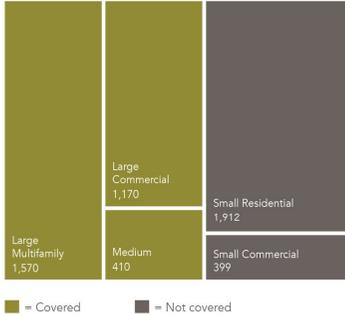
뉴욕시는 건물부문 온실가스 배출을 획기적으로 줄이기 위해 2019년에 기후동원법(Climate Mobilization Act, local law 97)을 제정하였다. 기후동원법은 2030년까지 25천ft²(2,323m²) 이상 중대형 건물에서 배출되는 온실가스를 2005년 대비 40% 이상 줄이는 것을 목표로 건물 유형별로 온실가스 배출기준을 설정하였다. 할당된 목표에 따른 의무이행은 2024년부터 시작하며, 새로운 배출기준이 적용되는 2차 의무이행기간은 2030년부터 시작한다.

[그림 3-11]에 나타난 바와 같이 뉴욕시의 온실가스 총량제 대상은 중대형 공동주택과 상업용 건물로 뉴욕시 건물부문 총 온실가스 배출량의 50%, 뉴욕시 건물 총 연면적의 60% 이상을 차지한다. 2019년 기준으로 총량제 대상 건물 중에서 20%의 건물

이 1기 이행기간(2024~2029년)의 배출기준을 초과하고 있으며, 75%의 건물은 2기 이행기간(2030~2034년)의 배출기준을 초과하고 있다.

Nearly 60 percent (3.15 billion SF) of NYC building area will be covered by the emissions law.

Medium buildings are between 25,000 SF and 50,000 SF.

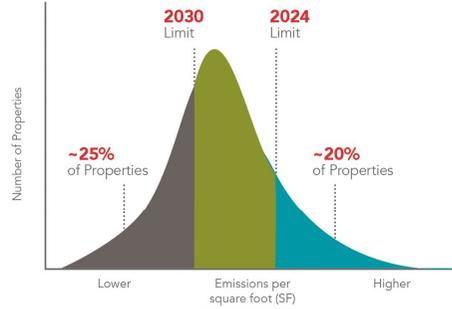


* Millions of square feet (SF)

Source: NYC department of planning pluto dataset 2017

As of May, 2019 only an estimated 25 percent of buildings are below new 2030 emissions limits.

Emissions distribution of covered properties.



This graph is meant as a conceptual aid and does not represent actual properties or emissions limits.

[그림 3-11] 뉴욕 건물 온실가스 총량제 대상 비중과 원단위 기준 충족 비율

출처: <https://www.buildingenclosureonline.com/articles/88421-the-nyc-climate-mobilization-act-demands-more-energy-efficiency>

뉴욕에서는 벤치마크(benchmark) 방식으로 [표 3-3]에 제시한 바와 같이 건물 유형별로 배출기준을 산정하였다. 구체적으로 건물 분류(occupancy classification)를 기준으로 유사한 용도를 가진 건물을 묶어서 온실가스 배출 벤치마크 값을 산정하였다. 뉴욕에서는 건물을 총 10가지 유형으로 구분하였으며, 유형별로 모든 건물은 이행기간 동안 제시된 벤치마크 값 이하로 단위면적당 온실가스 배출 수준을 유지해야 한다. 온실가스 총량제 대상 건물이 상쇄크레딧 구매(연간 배출한도의 10% 이내), 재생가능에너지 크레딧 구매, 청정 분산형에너지원을 사용한 경우 연간 배출한도에서 해당하는 양만큼 공제해줄 계획이다. 구체적인 기준은 현재 작성 중에 있다.

건물별 온실가스 배출량은 에너지원별 사용량에 온실가스 배출계수를 곱한 후 모두 합산하는 방식으로 산출한다. 1차 이행기간 동안에는 에너지원별로 다음과 같은 배출계수를 사용한다(NYCC, 2019).

- 전력 그리드를 통해 공급받는 전력: 0.000288962톤CO₂eq/kWh
- 도시가스: 0.00005311톤CO₂eq/kbtu
- 증유: 조성에 따라 0.00007421톤CO₂eq/kbtu 또는 0.00007529톤CO₂eq/kbtu

- 지역난방: 0.00004493톤CO₂eq/kbtu

이 밖의 연료에 대한 온실가스 배출계수와 그리드를 통해 공급받지 않는 전력에 대한 배출계수는 시 당국이 별도로 산정하여 공지한다. 2차 이행기간에 적용할 에너지원별 배출계수는 자문위원회의 의견을 수렴한 후 2023년 1월에 확정할 예정이다.

[표 3-3] 뉴욕의 건물 유형별 온실가스 배출기준(벤치마크 값)

(단위: 톤CO₂eq/ft²/년)

유형	2024~2029	2030~2034	2050~
Group A(집합시설)	0.01074	0.00420	0.00140
Group B(업무, 단, 응급대응시설과 응급의료시설 등은 제외한 업무시설)	0.00846	0.00453	
Group E(교육), Group I-4(어린이집, 주간요양시설)	0.00758	0.00344	
Group I-1(알콜약물센터 등 24시간 보호시설)	0.01138	0.00598	
Group F(공장, 공업)	0.00574	0.00167	
Group B(업무) 중 응급대응시설과 응급의료시설, Group H(고위험시설), Group I-2(병원), I-3(구치소)	0.02381	0.01193	
Group M(판매)	0.01181	0.00403	
Group R-1(1개월 내 단기투숙 호텔 등)	0.00987	0.00526	
Group R-2(아파트, 기숙사 등)	0.00675	0.00407	
Group S(창고), Group U(농업시설, 기타)	0.00426	0.00110	

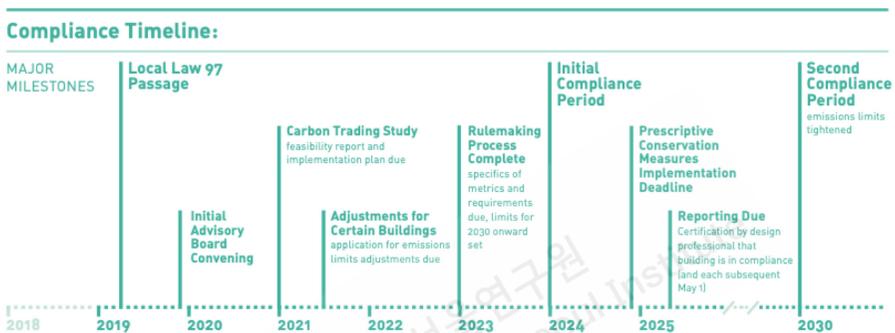
비고: 2035년 이후 유형별 벤치마크 값은 2023년 1월에 결정될 예정. 2050년 이후에는 모든 건물에 동일한 벤치마크 값을 적용

출처: NYCC(2019)

뉴욕시의 건물 온실가스 총량제 로드맵은 [그림 3-12]와 같다. 기후동원법이 통과된 이후 2019년에 자문위원단 회의가 처음으로 시작되었으며, 2021년에는 탄소배출거래에 관한 타당성 검토 보고서를 발간하고 개별 건물이 신청한 배출기준 조정 작업을 진행할 예정이다. 2023년에는 2기 이후 이행기간에 대한 세부계획을 확정할 예정이다. 2024년에는 1기 이행기간이 시작되며 총량제 제외 건물에 대한 에너지절약 수단 이행여부를 점검할 예정이다. 2030년부터는 5년 단위로 새로운 이행기간을 설정한다. 동일 이행기간 동안 건물 유형별로 할당된 배출기준은 일정하며, 새로운 이행기간이 시작되면 새로운 배출기준이 적용된다.

온실가스 총량제 대상 건물은 이행기간이 시작된 1년 이후부터 매년 5월 1일까지 전년도 배출량을 전문가 검증을 받은 이후 당국에 보고해야 한다. 온실가스 배출량 평가

서는 인터넷을 통해 공개되며, 배출기준을 달성하지 못한 건물은 한도를 초과해 배출한 온실가스 1톤당 최대 268달러의 벌과금을 납부해야 한다. 이때 건물별 벌과금 액수는 건물이 온실가스 배출을 줄이기 위해 노력한 정도, 과거 총량제 이행 이력, 불가피한 사유 유무, 벌금이 건물에 미치는 재정적인 영향 등을 고려해 결정된다. 연간 배출량 보고서를 정해진 기한 내에 제출하지 않은 건물은 보고서를 제출할 때까지 매월 건물 연면적에 최대 0.5달러를 곱한 만큼의 벌과금을 납부해야 한다. 배출량 보고서를 허위로 작성한 경우에는 최대 500천 달러의 벌과금과 함께 최대 30일의 구금형에 처할 수 있다.



[그림 3-12] 뉴욕 건물 온실가스 총량제 로드맵

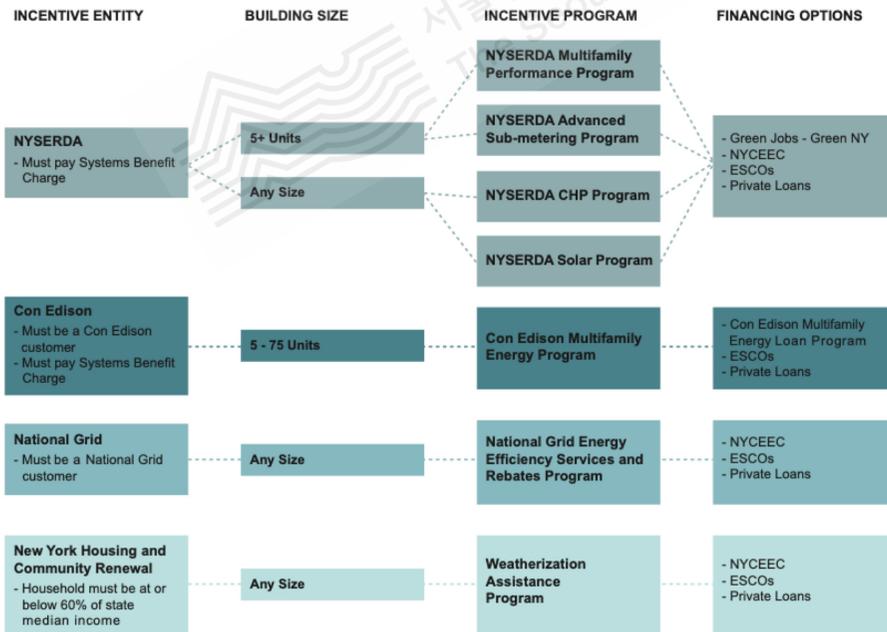
출처: NYCMOS(2020)

한편 개별 건물은 용도변경, 특수한 상황, 재정적인 어려움 등 당국이 정한 조건에 해당하는 경우 연간 배출한도에 대한 조정을 신청할 수 있다(2021년 7월까지). 배출한도 조정신청 시에는 2018년의 건물 온실가스 배출량 자료를 전문가 검증을 거친 이후 함께 제출해야 한다. 배출한도 조정신청 건물의 2018년 온실가스 배출량은 1차 이행기간의 연간 배출한도보다 40% 이상 많아야 한다. 한도 조정이 받아들여진 건물은 1차 이행기간 동안 2018년 배출량 대비 30%(비영리 의료기관은 15%) 감축한 수준으로 배출한도가 조정될 수 있다. 2차 이행기간 동안에는 2018년 배출량 대비 50%(비영리 병원과 의료기관은 30%) 감축한 수준으로 배출한도가 조정될 수 있다. 뉴욕시에서는 발전소, 열 공급 시설, 2층 이하 주거용 건물, 공공건물, 공공소유 부지에 지어진 건물, 관계 법률에 따라 임대료 규제가 적용되는 주거용 건물, 종교시설, 관계 법률에 따라 운영되는 주택개발기금회사 소유 건물 등은 연면적 기준을 충족하

더라도 건물 온실가스 총량제 적용 대상에서 제외된다. 다만, 총량제에서 제외된다 하더라도 공공건물, 공공소유 부지에 지어진 건물, 임대료 규제대상 주거용 건물, 종교시설, 주택개발기금회사 소유 건물 등은 법률이 정한 에너지절약 수단을 2024년 12월까지 반드시 이행하고, 건물 에너지소비 보고서를 전문가 검증을 받은 이후 당국에 제출해야 한다. 법률이 정한 에너지절약 수단에는 실내온도 조절장치, 온수 온도 조절장치, 난방시스템 개선, 라디에이터 온도조절기 설치 및 보수, 난방과 온수 파이프 단열조치, 증기시스템 탱크나 수조 단열조치, 보일러나 열 공급 시스템 모니터링 센서 설치, 조명장치 개선, 창호개선과 같은 단열사업 등이 포함된다.

3) 기술 및 금융지원과 거버넌스

뉴욕시는 온실가스 총량제 대상 건물에 대한 기술지원으로 개보수 촉진 프로그램을 통해 총 3천만 달러를 지출할 예정이다. 또한 2019년에 제정된 법률(Property Assessed Clean Energy, local law 96)에 따라 총량제 대상 건물은 그린리모델링 등을 위한 금융지원(PACE 대출)을 받을 수 있다. 이 밖에도 뉴욕에서는 [그림 3-13]과 같은 다양한 금융지원제도를 시행하고 있다.



[그림 3-13] 뉴욕 다가구주택 금융지원 프로그램

출처: City of New York(2014)

뉴욕시는 건물 온실가스 총량제의 효과적인 실행을 위해 전담부서(Office of Building Energy and Emissions Performance)를 마련하였으며, 전담부서는 아래와 같은 역할을 수행한다(NYCC, 2019).

- 건물 에너지와 온실가스 관련 정책 총괄
- 건물 에너지소비 평가프로토콜 수립
- 건물 에너지소비와 온실가스 배출 모니터링, 평가 방법론, 배출기준 등 검토
- 개별 건물의 온실가스 평가 보고서 제출을 위한 포털 구축
- 건물 온실가스 평가 보고서 검증
- 규제 미이행 건물에 대한 페널티 방안 수립
- 배출기준 조정, 상쇄수단 공제 등 업무
- 유관부서와의 협력

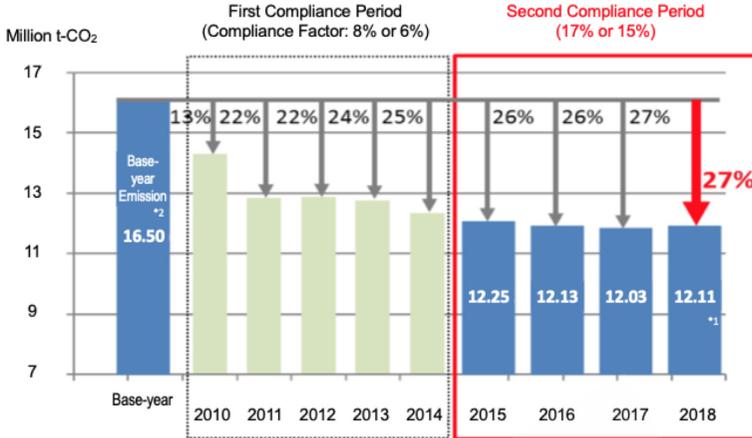
또한 뉴욕시에서는 건물 온실가스 총량제 시행과 관련하여 분야별 전문가 15인으로 구성된 기후 자문위원회(Climate Advisory Board)와 기후 실무그룹(Climate Working Group)을 운영하고 있다.

4_성과평가와 시사점

1) 성과평가

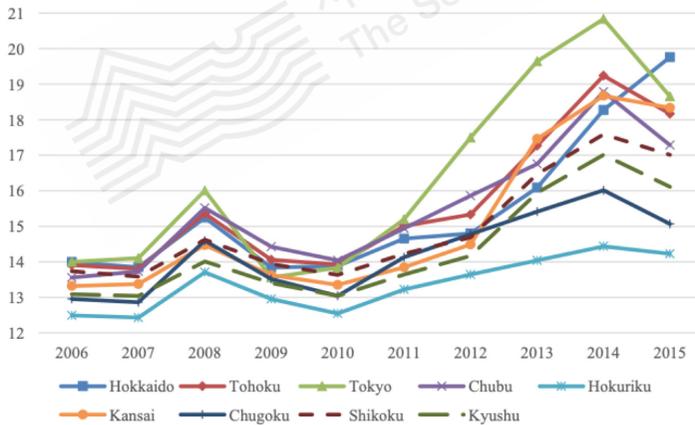
뉴욕은 2024년부터 건물 온실가스 총량제 첫 번째 이행기간이 시작되기 때문에 아직까지 구체적인 성과를 평가할 수는 없다. 따라서 이하에서는 도쿄를 중심으로 성과를 살펴볼 것이다. 도쿄는 자체적으로 배출권거래제가 건물부문의 온실가스 배출을 줄이는데 큰 성과를 거두었다고 평가하고 있다. 실제로 [그림 3-14]에 나타난 바와 같이 배출권거래제 대상 건물과 시설은 2018년 기준으로 온실가스 감축 목표를 10%p 이상 초과달성하였다. 그러나 이러한 온실가스 감축은 배출권거래제 자체의 원인뿐 아니라, 2011년 동일본 대지진으로 인한 전력가격 상승의 영향도 포함되어 있는 것으로 볼 수 있다. 실제로 동일본 대지진 이후 전력가격은 [그림 3-15]에 나타난 것처럼 큰 폭으로 상승했다. Arimura and Abe(2019)는 2009년부터 2013년까

지의 건물별 자료를 바탕으로 전력이가격 상승이 배출권거래제도 자체와 유사한 정도로 온실가스 감축에 영향을 미친 것으로 분석하였다.



[그림 3-14] 도쿄 배출권거래제도 온실가스 감축 실적

자료: TMG(2020)



[그림 3-15] 일본 전력가격 변화(단위: 엔/kWh)

자료: Arimura and Abe(2019)

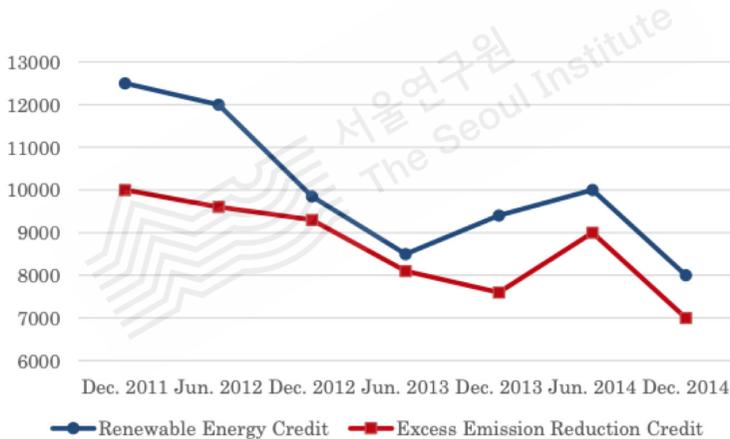
의무감축 이행방식 중에서는 적어도 자료가 공표된 1기 이행기간 동안에는 대부분의 시설이나 건물이 [표 3-4]에 나타난 바와 같이 거래를 통해 구입한 탄소크레딧보다는

대상 시설이나 건물 내에서의 감축을 더 많이 활용하고 있었다. 이는 초기 탄소크레딧의 가격이 [그림 3-16]에 나타난 바와 같이 변동성이 클 뿐 아니라 높게 형성되었고, 거래소를 통한 거래가 아닌 사업자 간 일대일 거래를 통한 방식을 사용하다보니 상호 간 정보가 부족하고 거래가 제한적이었기 때문인 것으로 추정된다. 이에 더해 도쿄에서는 초기 이해관계자 협의 과정에서 거래보다는 내부 감축을 더 우선시하는 분위기가 형성되었다는 점(이수철, 2010)도 탄소크레딧 거래량이 적은 것에 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 다만 최근에는 도쿄의 탄소크레딧 가격이 많이 안정화되어 2019년 기준으로 평균 탄소크레딧 거래가격은 톤당 600엔이다(TMG, 2020).

[표 3-4] 도쿄 배출권거래제도 의무 이행 방식

	배출권 거래	내부 감축
시설과 건물 수 비율	9%	91%
감축량 비율	1.9%	98.1%

자료: Arimura and Abe(2019)



[그림 3-16] 도쿄 배출권거래제도 탄소크레딧 가격(단위: 엔/톤CO₂)

자료: Arimura and Abe(2019)

2) 시사점

건물부문은 서울뿐 아니라 전 세계 주요 도시가 탄소중립에 도달하기 위해서는 반드시 다루어야 하는 주요 온실가스 배출 부문이다. 건물은 시민이 거주하거나 업무를 수행하고 소비활동을 하는 공간이기 때문에 그린리모델링 등을 통해 기술적으로 건물

의 에너지소요량을 줄인다고 하더라도, 개인의 행동양식에 따라서는 온실가스 배출이 크게 달라지지 않거나 오히려 증가할 수 있다. 에너지 분야에서 이러한 반동효과(rebound effect)는 이론적으로나 경험적으로 잘 알려진 사실이다. 따라서 건물부문에서의 온실가스 감축을 위해서는 기술을 통한 에너지효율 개선뿐 아니라, 개별 건물이 온실가스 배출 자체를 관리하도록 강제할 수 있는 수단이 필요하다. 이를 위해 효과적으로 사용되고 있는 수단이 건물 온실가스 총량제이다. 앞서 살펴본 도쿄의 사례는 건물 온실가스 총량제가 건물부문의 온실가스 배출을 상당부분 줄이는 데 효과적일 수 있음을 보여준다. 뉴욕에서도 기술요소를 통한 건물에너지효율 개선이나 자발적인 온실가스 감축에 기대는 것은 획기적인 온실가스 감축에 한계가 있음을 확인하고 2024년부터 건물 온실가스 총량제를 시행하기로 하였다.

다만 단순히 총량을 할당하고 목표량을 달성하지 못하면 페널티를 일괄적으로 부과하는 규제방식으로는 동기부여 측면에서 한계가 있을 수 있다. 신축 건물이나 그린리모델링을 통해 총량 기준을 이미 달성한 건물은 제도에서 정한 의무감축량 이상으로 온실가스 배출을 줄일 필요성을 느끼지 못할 수 있고, 이에 더해 제도에서 정한 기준보다 해당 건물의 온실가스 배출 수준이 낮으면 제도에서 정한 수준까지 온실가스 배출을 더 높일 가능성도 있기 때문이다.

이러한 인센티브 문제를 해결하기 위해 건물 온실가스 총량제는 시장메커니즘을 적용한 방식으로 시행되어야 한다. 도쿄의 경우 배출권 거래방식을 활용하고 있으며, 뉴욕에서도 배출권 거래방식 도입을 계획하고 있다. 물론 탄소세 개념을 적용한 방식도 고려할 수 있다. 구체적으로 의무감축량에 도달하지 못한 건물에게 페널티를 부과할 때 일괄적으로 동일한 수준의 벌금을 부과하는 대신, 뉴욕에서처럼 기준을 초과해서 배출한 양에 대해서는 초과 배출량에 비례해서 벌금을 산정하는 방식을 적용할 수 있다. 다만 이러한 탄소세 부과 방식에서는 탄소의 사회적 비용 산정에 대한 불확실성으로 인해 초과 배출량당 벌금액수(요율)를 정하는 것이 상대적으로 까다로울 수 있다. 또한 탄소세 방식으로는 현실적으로 제도가 목표로 하는 온실가스 감축량을 담보하는 것이 어려울 수 있다는 한계가 있다. 반면, 배출권 거래방식은 행정적 측면에서의 효율성이 상대적으로 낮고(시스템 구축 비용 등), 설정한 배출총량에 따라 배출권 가격이 큰 폭으로 변동될 수 있다는 단점이 있다. 이러한 장단점을 고려해 경제적 수단을 선택하고 설계할 필요가 있다.

04

해외 수송부문 경제적 수단 사례분석



1_개요

2_오염물질배출 기반 자동차 세제 사례 분석

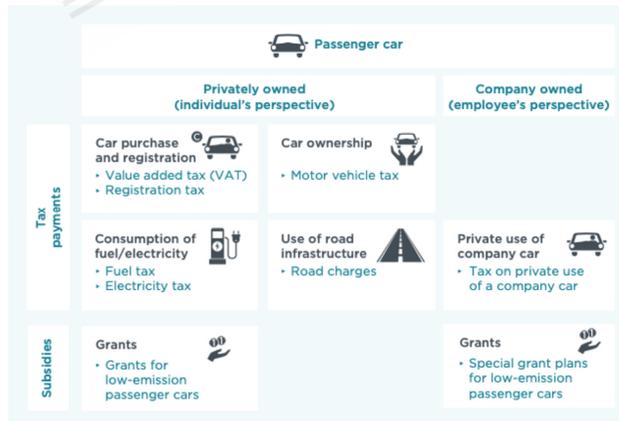
3_오염물질배출 기반 통행료 사례 분석

4_성과평가와 시사점

04. 해외 수송부문 경제적 수단 사례분석

1_개요

수송부문에서 온실가스와 대기오염물질 배출을 줄이기 위해 활용할 수 있는 대표적인 경제적 수단에는 자동차에서 배출되는 온실가스와 오염물질 배출량에 따라 자동차세를 부과하는 방법이 있다. 자동차와 관련한 세금은 [그림 4-1]과 같이 취득단계, 보유단계, 운행단계 등 3단계로 구분하여 살펴볼 수 있다. 일반적으로 취득단계에서는 자동차 가격을 과세표준으로 하여 부과하는 부가가치세와 취·등록세가 포함된다. 보유단계에서는 배기량과 중량 등을 기초로 하여 부과하는 자동차세가 포함된다. 운행단계에서는 휘발유와 경유 등 자동차 사용 연료에 부과하는 유류세와 통행료 등이 포함된다. 이 장에서는 이러한 구분을 기초로 탄소와 오염물질 배출량에 기반해 자동차세를 부과하고 있는 유럽 국가의 사례를 살펴볼 것이다.



[그림 4-1] 자동차 관련 세제 유형

출처: Wappelorst et al.(2018)

유럽에서는 대체로 취득단계와 보유단계에서 탄소배출에 기반한 세제를 운영하고 있다. [표 4-1]에 나타난 바와 같이 유럽 28개국 중에서(유럽연합 27개국과 영국) 21개 국가에서는 취득단계에서 탄소배출에 기반한 자동차 세제를 도입하고 있으며, 18개 국가에서는 보유단계에서 도입하고 있다. 이들 국가에서는 주행거리당 탄소배출($\text{gCO}_2\text{eq/km}$)이 많은 차량에 대해 높은 세율을 부과하거나, 주행거리당 탄소배출이 적은 차량에 대해 세금을 감면하는 형태로 세제를 운영하고 있다. 이때 국가별로 세율은 주행거리당 탄소배출에 따라 연속적으로 상승하도록 하는 방식을 사용하거나, 주행거리당 탄소배출 구간을 나누어 구간에 따라 계단식으로 산정한다. 유럽의 9개 국가에서는 법인차량에 대해 별도로 탄소배출에 기반한 과세체계를 운영하고 있다. 이 밖에도 프랑스, 독일, 영국, 스웨덴 등 유럽 10개국에서는 저탄소차량에 대한 보조금을 지급하며, 노르웨이와 아이슬란드에서는 무배출 차량에 대해 부가가치세를 감면해 주고 있다(Wappelorst et al., 2018).

유럽에서 대기오염물질배출에 기반한 자동차 세제를 시행하는 국가로는 [표 4-2]와 같이 등록단계에서는 벨기에, 체코, 헝가리, 아일랜드 등 4개국이 있으며, 소유단계에서는 벨기에, 불가리아, 독일, 헝가리, 이탈리아 등 5개국이 있다. 이들 국가에서는 대체로 대기오염물질 배출허용기준(유로기준 등)에 따라 단계별로 세율을 달리하는 방식을 사용한다. 아일랜드에서는 예외적으로 질소산화물 배출에 따라 세율을 산정하고 있다. 이들 국가에서 대기오염물질배출에 기반한 자동차 세제는 대부분 다른 기준에 따른 자동차 세제에 추가적으로 더해지는 방식으로 부과된다. 벨기에는 지역에 따라 별도의 기준을 마련하여 대기오염물질배출 기반 등록세와 자동차세를 부과할 수 있으며, 독일과 헝가리에서는 상업용차에 대해 별도의 대기오염물질배출 기반 자동차세를 부과하고 있다는 점이 특징적이다.

[표 4-1] 유럽의 탄소배출 기반 자동차 세제

구분	취득단계	보유단계	법인 차량
오스트리아	○		○
벨기에	○	○	○
불가리아		○	
크로아티아	○		
키프러스	○	○	
체코	○		
덴마크	○	○	○
핀란드	○	○	
프랑스	○	○	○
독일	○	○	○
그리스	○	○	
헝가리	○		
아일랜드	○	○	
이탈리아	○		
라트비아		○	
룩셈부르크		○	○
몰타	○	○	
네덜란드	○	○	○
포르투갈	○	○	
루마니아	○		
슬로바키아		○	
슬로베니아	○		
스페인	○	○	○
스웨덴	○	○	
영국	○	○	○

자료: ACEA(2020) 자료를 바탕으로 정리. 에스토니아, 리투아니아, 폴란드에서는 탄소배출에 기반한 자동차 세제를 도입하지 않음.

[표 4-2] 유럽의 대기오염물질배출 기반 자동차 세제

국가	등록단계 과세 기준	소유단계 과세 기준
벨기에	지역에 따라 등록세(실린더 용량과 연식, 연료 유형, 배출허용기준, 탄소배출 등)	지역에 따라 총중량, 실린더 용량, 탄소배출, 연료 유형, 배출허용기준
불가리아		(승용차) 마력, 연식, 배출허용기준
체코	등록세(최대 800CZK), 배출허용기준에 따른 생태세	
독일		(상업용차) 중량, 오염물질 등급, 소음 등급
헝가리	실린더 용량, 배출허용기준에 따른 등록세	(상업용차) 중량(배출허용기준에 따른 감면)
아일랜드	자동차 판매가격, 질소산화물 배출, 탄소배출에 따른 등록세	
이탈리아		(승용차) 마력, 배출허용기준, 연료 유형

자료: ACEA(2020) 자료를 바탕으로 정리. CZK는 체코 화폐단위

운행단계에서는 모든 국가에서 자동차 연료별 세율(리터당 세금)을 정해 유류세를 부과한다. 개별국가의 연료별 유류세 기준액은 [표 4-3]과 같다. 대부분의 국가에서 경

유에 비해 휘발유의 유류세 기준이 높은 편이지만, 연료별 상대가격은 국가마다 상이하다. 휘발유의 유류세 기준액을 100이라고 할 때 경유의 유류세 기준액은 국가별로 적게는 58.6(그리스)에서 많게는 100(벨기에) 사이에서 분포하며, 국가별 평균은 80.4이고 중앙 값은 82.2이다.

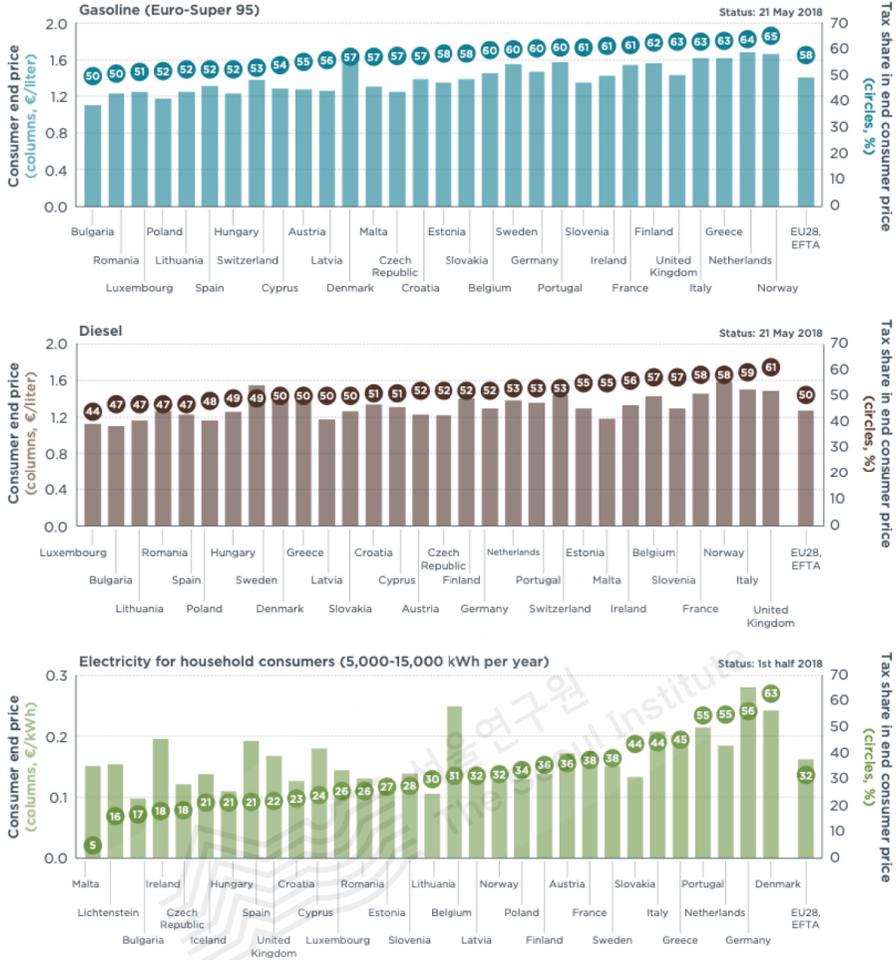
[표 4-3] 유럽의 운행단계 유류세 기준

단위: 유로/1천 리터

국가	휘발유	경유	경유 상대가격(휘발유=100)
오스트리아	515	425	82.5
벨기에	600	600	100.0
불가리아	363	330	90.9
크로아티아	520	413	79.4
키프러스	429	400	93.2
체코	499	425	85.2
덴마크	631	429	68.0
에스토니아	563	493	87.6
핀란드	702	530	75.5
프랑스	683	594	87.0
독일	654	470	71.9
그리스	700	410	58.6
헝가리	366	338	92.3
아일랜드	602	495	82.2
이탈리아	728	617	84.8
라트비아	509	414	81.3
리투아니아	466	372	79.8
룩셈부르크	472	355	75.2
몰타	549	472	86.0
네덜란드	800	503	62.9
폴란드	383	337	88.0
포르투갈	643	486	75.6
루마니아	373	342	91.7
슬로바키아	555	393	70.8
슬로베니아	547	469	85.7
스페인	594	379	63.8
스웨덴	619	436	70.4

자료: ACEA(2020) 자료를 바탕으로 정리

[그림 4-2]에 나타난 바와 같이 소비자 가격 대비 유류세율 역시 국가별로 큰 편차를 보인다. 유럽 평균으로는 2018년 3월 기준으로 휘발유와 경유의 세율은 각각 58%와 50%로 휘발유의 세율이 8%포인트 정도 높았다. 참고로 유럽에서 가정용 전기의 소비자 가격대비 평균 세율은 32%였는데, 내연기관차량에 비해 세율이 18~26%포인트 정도 더 낮음을 알 수 있다. 국가별로는 대체로 동유럽 국가들의 세율이 낮은 반면, 노르웨이, 네덜란드, 이탈리아 등에서 세율이 높았다.



[그림 4-2] 유럽 국가별 유류세율

출처: Wappelorst et al.(2018)

2_오염물질배출 기반 자동차 세제 사례 분석

1) 오스트리아

(1) 취·등록 단계

오스트리아에서 취·등록 단계의 자동차 세제는 부가가치세, 등록비, 연료소비환경세로 구성된다. 부가가치세는 차량가격의 20%이며, 전기차, 수소차, 무배출 이륜차는 부가가치세가 감면된다. 등록비는 모든 차량에 대해 193.5유로가 부과된다. 연료소비환경세(NoVA)는 다음과 같은 식으로 산정된다.

$$\text{연료소비환경세} = \text{차량가격} \times \text{세율} - \text{공제액} + \text{다배출 부과금} \quad \langle \text{식 4-1} \rangle$$

$$\text{세율} = [\text{차량의 주행거리 당 } CO_2 \text{ 배출량} - \text{기준 값}] / 5 \quad \langle \text{식 4-2} \rangle$$

여기서 공제액은 350유로이며, 주행거리당 CO_2 배출량의 단위는 g/km 이다. 주행거리당 CO_2 배출량이 $275g/km$ 이상인 차량에 대해서는 초과되는 배출량 $1g/km$ 당 40유로를 부과한다(다배출 부과금). 위 식에서 계산 값이 음수이면 연료소비환경세는 0유로이다(negative 세율은 없음). 이륜차는 별도의 기준을 적용하며, 주행거리당 CO_2 배출량은 자동차 출고 시 기준을 적용한다. <식 4-2>에서 기준 값은 과세를 위한 기준으로 현재는 $115g/km$ 을 적용하며, 2021년 이후에는 매년 $3g/km$ 씩 줄어나갈 예정이다. 전기차, 수소차, 택시, 구급차, 소방차, 외교관차, 장애인차, 학교버스, 기타 특수목적차는 연료소비환경세가 감면되며, 최대 세율은 32%이다.

(2) 보유단계

오스트리아에서 보유단계의 자동차 세제는 자동차 출력에 따라 다음과 같이 산정한다. 기본 자동차세는 승용차의 경우 최소 6.2유로/월에서 최대 72유로/월이며, 공공차량, 대중교통, 장애인차량, 전기차, 건설기계, 소형이륜차 등에 대해 자동차세를 감면하고 있다.

$$\text{자동차세 (유로/월)} = c \times [\text{출력 (kW)} - 24] \times f \quad \langle \text{식 4-3} \rangle$$

여기서 c 는 자동차 출력 구간에 따라 0.62, 0.66, 0.75 등 3가지 값을 적용한다. f 는 선납의 경우 적용하는 것으로 개월 수를 의미한다.

(3) 운행단계

오스트리아에서는 한국과 마찬가지로 휘발유, 경유, LPG 등 자동차 연료 구매 시 구매 가격에 포함되어 유류세가 부과된다. 연료 가격 대비 유류세의 비율은 휘발유, 경유, LPG가 각각 25%, 29%, 26~30%이다.

2) 독일

(1) 취·등록 단계

독일에서는 취·등록단계에서 차량 가격의 19%를 부가가치세로 부과하며, 26.3유로의 등록요금을 부과하고 있다. 친환경차량에 대해서는 구매단계에서 환경보조금을 지급하고 있다. 구체적으로 2019년 11월 4일 이후부터 2025년까지 40천유로 이하의 친환경차 구매 시 전기차와 수소연료전지차는 6천유로, 하이브리드차는 4.5천유로까지 환경보조금을 지급한다. 40천~65천유로 사이 친환경차 구매 시에는 전기차와 수소연료전지차는 5천유로, 하이브리드차는 3.75천유로까지 환경보조금을 지급한다. 단, 하이브리드차는 주행거리당 CO₂ 배출량이 50g/km 이하여야 하며 순수 전기로 이동 가능한 거리가 40km 이상이어야 한다. 이동거리 기준은 점차 강화되어 2025년에는 80km를 순수 전기로 이동 가능해야 한다. 환경보조금은 정부와 자동차 제조사가 절반씩 부담한다.

(2) 보유단계

독일에서는 2009년 7월 이후부터 신규 등록된 승용차에 대해서는 CO₂ 배출량과 실린더 용량을 기반으로 자동차세를 책정하고 있다. 구체적으로 주행거리당 CO₂ 배출량이 95g/km 이상인 차량은 초과하는 g/km당 2유로를 과세한다. 또한 2021년부터는 주행거리당 CO₂ 배출량이 196g/km 이상인 차량에 대해서는 초과하는 g/km당 최대 4유로를 과세하는 등 탄소배출에 기반한 자동차세를 더욱 강화할 계획이다. 이에 더해 휘발유 엔진은 100cc당 2유로, 디젤 엔진은 100cc당 9.5유로를 추가로 과세한다. 2016년부터 2030년까지 신규로 등록된 순수 전기 또는 연료전지 차량은 10년간 자동차세를 감면해 준다. 2009년 7월 이전 등록된 차량은 대기오염물질 배출기준(유로기준)과 실린더 용량을 기반으로 [표 4-4]와 같이 자동차세를 책정한다.

[표 4-4] 독일의 승용차 자동차세 기준과 세율

단위: 유로

기준		탄소배출량 (g/km당)	기본세금	
			휘발유엔진 (100cc당)	디젤엔진 (100cc당)
2009년 7월 이후 등록 차량	주행거리당 CO ₂ 배출량 95g/km 이상	2.00	2.00	9.50
2009년 7월 이전 등록 차량	Euro 3 이상	-	6.75	15.44
	Euro 2		7.36	16.05
	Euro 1 및 상응하는 그룹		15.13	27.35
	Euro 0 (오존 경보 발생 시 운행허용 차량)		21.07	33.29
	Euro 0 (기타)		25.36	37.58

자료: ACEA(2020) 자료를 바탕으로 정리

독일에서는 영업용 차량(트럭, 코치, 버스)에 대해서는 중량에 따라 자동차세를 부과한다. 허용 적재중량이 3.5톤 이상인 차량에 대해서는 [표 4-5]와 같이 오염물질 배출 등급과 소음 등급에 따라 중량별로 자동차세를 차등하여 부과한다.

[표 4-5] 독일의 영업용차 자동차세 기준과 세율(3.5톤 이상 차량)

단위: 200kg당 유로

3.5톤 초과 중량	배출기준 유로2 이상	배출기준 유로1	소음 분류 G1	기타
2톤 이하	6.42	6.42	9.94	11.25
2~3톤	6.88	6.88	10.30	12.02
3~4톤	7.31	7.31	10.97	12.78
4~5톤	7.75	7.75	11.61	13.55
5~6톤	8.18	8.18	12.27	14.32
6~7톤	8.62	8.62	12.94	15.08
7~8톤	9.36	9.36	14.03	16.36
8~9톤	10.07	10.07	15.11	17.64
9~10톤	10.97	10.97	16.44	19.17
10~11톤	11.84	11.84	17.74	20.71
11~12톤	13.01	13.01	19.51	22.75
12~13톤	14.32	14.32	21.47	25.05
13~14톤	최대 556 (12.2톤 초과)	15.77	23.67	27.61
14~15톤		26.00	39.01	45.50
15톤 이상		36.23	54.35	63.40
최대 과세액		914 (15.4톤 초과)	1,425 (15.6톤 초과)	1,681 (15.8톤 초과)

자료: ACEA(2020)

(3) 운행단계

독일에서 유류세는 연료에 따라 다음 표와 같이 구성된다.

[표 4-6] 독일의 유류세

단위: 리터당 유로

구성	경유	휘발유
유통비용 등을 고려한 연료 가격	59.25	52.84
소비세	47.04	65.45
소계	106.29	118.29
19% VAT	20.19	22.47
소비자가	126.48	140.76

자료: ACEA(2020), 2019년 12월 기준

3) 프랑스

(1) 취·등록 단계

프랑스에서 취·등록 단계의 자동차 세제는 부가가치세, 등록세, 탄소기반 보조-부과금 등으로 구성된다. 부가가치세는 차량가격의 20%이다. 승용차의 등록세는 차량의 마력에 기반하여 산정하며, 지역에 따라 액수에 차이가 있다. 2020년 기준으로 1마력당 최소 33유로부터 최대 51.2유로를 부과한다. 대부분의 지역은 천연가스, LPG, 전기, 하이브리드 등 저배출 차량에 대해 등록세의 50% 또는 100%를 세금 공제해준다. 36마력 이상 고성능 승용차의 경우 1마력당 500유로의 세금을 부과한다(최대 8,000유로). 영업용 차량은 적체 중량에 따라 최소 33유로에서 최대 285유로의 등록세를 부과한다.

프랑스에서는 2008년부터 탄소배출에 따른 보조-부과금 제도(bonus-malus)를 운영하고 있다. 2020년 1월부터는 주행거리당 CO₂ 배출량이 20g/km 이하인 자동차는 차량 가격에 따라 [표 4-7]과 같은 보조금을 지급받을 수 있다.

[표 4-7] 프랑스 저탄소차 보조금

단위: 유로

차량 유형	차량 가격	가정 보조금	법인 보조금
승용차/소형 영업용차	45천 이하	6천	3천
	45천 초과 60천 이하		3천
승용차	60천 초과		-
수소차			3천

자료: ACEA(2020), 2020년 1월 이후 기준

프랑스에서는 오래된 차량을 폐차하고 저탄소차를 신규로 구매하는 경우 [표 4-8]과 같이 별도의 보조금을 지급하고 있다.

[표 4-8] 프랑스 저탄소차 보조금(노후차 폐차 후 신차 구매 시)

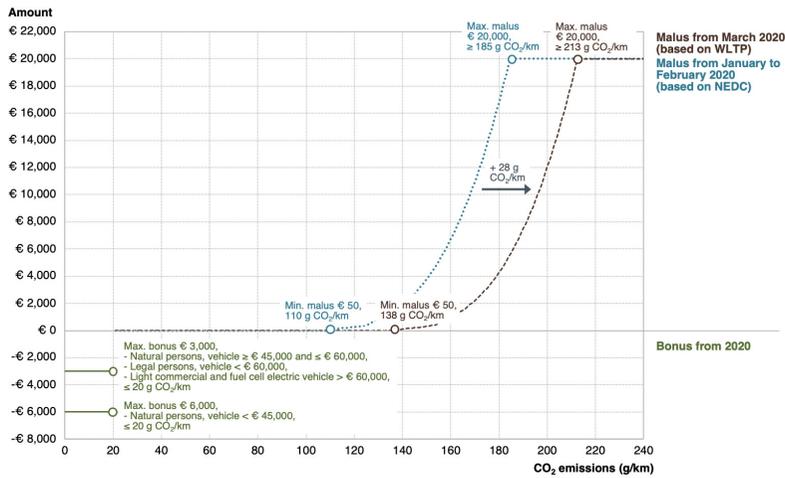
폐기 프리미엄 부여 대상 신규 차량 유형		가구 유형		
		2006년 이전 등록 경유차 또는 1997년 이전 등록 휘발유차 폐차		2001년 이전 등록 경유차 또는 1997년 이전 등록 휘발유차 폐차
		저소득가구 또는 장거리 출퇴근자*	세수기준 13,489유로 이하 가구	세수기준 13,489유로 초과 가구 또는 법인
주행거리당 CO ₂ 배출이 116g/km 이하인 자동차	배출기준(Crit' Air) 1등급	3천유로와 차량 가격의 80% 중 큰 값	1.5천유로	배출량 21~50g/km 사이: 2.5천유로
	2019년 9월 1일 이후 등록된 배출기준(Crit' Air) 2등급 차량		1.5천유로	-
전기차, 플러그인하이브리드차		5천유로와 차량 가격의 80% 중 큰 값	2.5천유로	2.5천유로

자료: ACEA(2020)

주: * 세수기준 6.3천유로 이하 가구, 세수기준 13,489유로 이하이면서 통근거리가 30km 이상이거나 연간 주행거리 12천km 이상인 근로자 가구를 포함

프랑스에서는 주행거리당 CO₂ 배출량이 138g/km 이상인 승용차는 차량이 WVTA 인증(Whole Vehicle Type Approval)을 받은 경우 최소 50유로(배출량이 138g/km인 차량)에서 최대 20천유로(배출량이 213g/km 이상인 차량)까지 부과금을 납부해야 한다. 부과금은 [그림 4-3]에서 나타난 바와 같이 차량의 주행거리당 CO₂ 배출량에 따라 비선형적으로 증가하며, 주행거리당 CO₂ 배출량이 213g/km 이상이면 더 이상 증가하지 않고 동일한 금액이 부과된다. WVTA 인증을 받지 않은 자동차에 대해서는 마력에 따라 최대 20천유로의 부과금이 부과된다.

Bonus-malus vehicle tax system for new vehicles in France in 2020



[그림 4-3] 프랑스 탄소배출에 따른 부과금

출처: <https://theiccct.org>

(2) 보유단계

프랑스에서는 개인차량에 대해 [표 4-9]와 같이 주행거리당 CO₂ 배출량이 일정 수준을 넘으면 연간 160유로의 자동차세를 부과하고 있다. 장애인 차량은 자동차세가 면제된다.

[표 4-9] 프랑스 개인차량 자동차세 부과 기준

단위: g/km

최초 등록 연도	주행거리당 CO ₂ 배출량
2009	250 이상
2010	245 이상
2011	245 이상
2012년 이후	190 이상

자료: ACEA(2020)

법인차량은 탄소배출과 대기오염물질 배출에 따라 자동차세가 부과된다. 탄소배출에 따른 세율은 [표 4-10]과 같다. 다만, 가스차, 바이오차, 하이브리드차 등에 대해서는 주행거리당 CO₂ 배출량이 100g/km 이하일 때 자동차세를 3년 또는 영구 감면(60g/km 이하인 차)해준다. 주행거리당 탄소배출량 정보가 없는 차량은 마력에 따라 최대 4.5천유로의 자동차세를 부과한다.

[표 4-10] 프랑스 법인차량 탄소배출에 따른 자동차세 부과 기준

WLTP 인증차량		WLTP 비인증 차량	
CO ₂ 배출(g/km)	세율(유로/g/km)	CO ₂ 배출(g/km)	세율(유로/g/km)
20 이하	0	20 이하	0
21~50	1	21~60	1
51~120	2	61~100	2
121~150	4.5	101~120	4.5
151~170	6.5	121~140	6.5
171~190	13	141~160	13
191~230	19.5	161~200	19.5
231~270	23.5	201~250	23.5
271 이상	29	251 이상	29

자료: ACEA(2020)

대기오염물질 배출에 따른 세율은 [표 4-11]과 같다. 다만, 전기차와 주행거리당 CO₂ 배출량이 60g/km 이하인 차량에 대해서는 대기오염물질 배출에 따른 자동차세를 감면해준다.

[표 4-11] 프랑스 법인차량 대기오염물질 배출에 따른 자동차세 부과 기준

단위: 유로

최초 등록 연도	휘발유차	경유차
2000년 이전	70	600
2001~2005년	45	400
2006~2010년	45	300
2011~2014년	45	100
2015년 이후	20	40

자료: ACEA(2020)

(3) 운행단계

프랑스에서 유류세는 [표 4-12]와 같이 구성된다. 프랑스에서는 2015년부터 휘발유와 경유의 유류 세율을 점진적으로 조정 중이다.

[표 4-12] 프랑스 유류세 구성

구분	단위	Super 95-E10	Super 98	경유	LPG
세전 가격	€/100ℓ	60.12	65.01	63.33	59.55
내국세 및 소비세	€/100ℓ	67.18	69.13	60.90	11.54
부가가치세	€/100ℓ	25.46	26.83	24.85	14.22
총 세금	€/100ℓ	92.64	95.96	85.75	25.76
최종가격 대비 세율	%	60.64	59.61	57.52	30.20
최종 소비자 가격	€/100ℓ	152.76	160.97	149.08	85.31

자료: ACEA(2020), 2020년 1월 6일 기준

4) 핀란드

(1) 취·등록 단계

핀란드에서 취·등록 단계의 자동차 세제는 부가가치세와 등록세로 구성된다. 부가가치세는 차량가격의 24%이다. 승용차의 등록세는 부가가치세 포함 차량 가격과 주행거리당 CO₂ 배출량(g/km)에 따라 산정한다. 등록 세율은 주행거리당 탄소배출량에 따라 연속적으로 변하며, [표 4-13]은 일부 등급에서의 과세 기준을 예시로 나타낸 것이다. 2019년 기준 최저 등록세율은 2.7%이며, 최대 등록세율은 50%이다. 한편 핀란드에서는 전기차 구매를 촉진하기 위해 5만유로 이하의 순수 전기차(가정용 승용차) 구매 시 2천유로를 지원하고 있다. 승합차에 대해서는 승용차와 동일한 세율을 적용하지만, 총 중량 2.5톤(적재 중량 680kg) 이상 차량에 대해서는 총 중량에 따라 최대 세금을 26.2% 공제해준다.

[표 4-13] 핀란드 탄소기반 등록세

단위: 유로

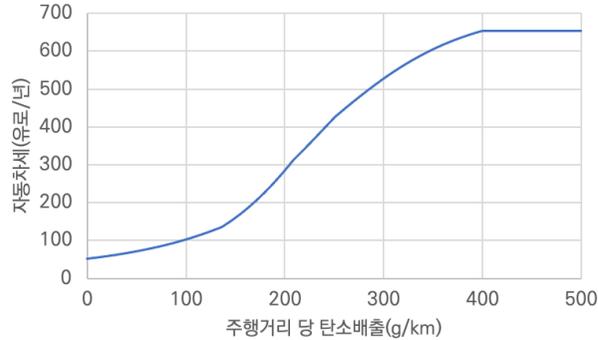
CO ₂ 배출 (g/km)	0	50	100	120	145	160	200
등록세율	2.70%	3.90%	6.80%	9.50%	15.30%	20.00%	30.60%
세금 제외 가격	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
부가가치세	4,839	4,839	4,839	4,839	4,839	4,839	4,839
등록세*	649	949	1,705	2,454	4,222	5,844	9,875
세금 포함 가격	25,649	25,949	26,705	27,454	29,222	30,844	34,875
총 세율	21.40%	22.30%	24.50%	26.60%	31.00%	34.60%	42.20%
과세기준	24,024	24,324	25,080	25,829	27,597	29,219	33,250

자료: <http://www.aut.fi/en/statistics/>

비고: * 과세기준 기반으로 산정

(2) 보유단계

핀란드에서는 차량의 주행거리당 CO₂ 배출량에 기반하여 자동차세가 부과되고 있다. 다만, CO₂ 배출량 데이터가 없는 경우 차량 중량에 기반하여 자동차세를 부과한다. 연간 자동차세는 최저 53.29유로(0g/km 차량)에서 최대 654.44유로(400g/km 이상 차량)이며, [그림 4-4]와 같이 주행거리당 탄소배출이 많을수록 연속적으로 증가한다.



[그림 4-4] 핀란드 탄소배출에 따른 자동차세

자료: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20031281>

핀란드에서는 휘발유 이외의 연료를 사용하는 차량에 대해서는 동력세(power tax)를 [표 4-14]와 같이 차량 총 중량에 따라 추가로 부과한다.

[표 4-14] 핀란드 동력세율

연료	용도	세율(유로 센트/총 중량 100kg/일)
경유	승용차	5.5
	승합차와 레저차량(RV)	0.9
전기	승용차	1.5
전기+휘발유	승용차	0.5
전기+경유	승용차	4.9
메탄	승용차	3.1
	승합차	0.9

자료: ACEA(2020)

(3) 운행단계

핀란드에서는 연료에 따라 [표 4-15]와 같이 유류세를 부과한다. 세율은 기본적으로 연료별 CO₂ 배출량에 기반하여 산정되었다.

[표 4-15] 핀란드 유류세율

연료 유형	유료(€)
무연휘발유	0.7025/ℓ
경유	0.5302/ℓ
바이오에탄올, 재생가능에너지원	0.4633/ℓ
바이오에탄올, 2중 크레딧	0.3493/ℓ
바이오디젤, 재생가능에너지원	0.3951/ℓ
바이오디젤, 파라핀 포함, 2중 크레딧	0.2630/ℓ

자료: ACEA(2020), 2020년 1월 6일 기준

5) 아일랜드

(1) 취·등록 단계

아일랜드에서 취·등록 단계의 자동차 세제는 부가가치세와 등록세로 구성된다. 부가가치세는 등록세를 제외한 차량가격의 23%이다. 승용차와 중소형 상업용차(4좌석 이상이며 총중량 3.5톤 미만)의 등록세는 주행거리당 CO₂ 배출량(g/km)과 주행거리당 질소산화물(NO_x) 배출량(mg/km)에 따라 산정한다. 탄소배출에 따른 주행세는 차량 가격에 [표 4-16]과 같이 탄소배출량에 따라 정해지는 세율을 곱해 산정한다. 중대형 상업용차는 종류에 따라 차량가격의 13.3% 또는 2백유로의 등록세가 부과된다. 하이브리드차나 전기차는 종류에 따라 등록세가 한시적으로 (2021년까지) 최대 5천유로까지 감면된다. 또한 전기차를 구매하는 경우 개인은 최대 5천유로, 기업은 최대 3.8천유로까지 보조금을 지원받을 수 있다.

[표 4-16] 아일랜드 탄소배출 기반 등록세율

구간	CO ₂ 배출량(g/km)	등록세율(%)
A1	0-80	14
A2	81-100	15
A3	101-110	16
A4	111-120	17
B1	121-130	18
B2	131-140	19
C	141-155	23
D	156-170	27
E	171-190	30
F	191-225	34
G	226 이상	36

자료: ACEA(2020), 2020년 1월부터 신규등록 차량(승용차, 4좌석 이상, 총중량 3.5톤 미만 상업용차)에 적용

NO_x 배출에 따른 주행세는 [표 4-17]과 같이 주행거리당 배출량에 따라 정액으로 부과된다. 전기와 수소차는 NO_x 배출에 따른 주행세를 적용받지 않는다. NO_x 배출에 따른 주행세는 경유차는 최대 4,850유로, 그 외 차량은 최대 600유로로 제한된다.

[표 4-17] 아일랜드 NO_x 배출 기반 등록세

NO _x 배출량(mg/km 또는 mg/kMh)	mg/km 또는 mg/kWh당 과세(€)
0-60	5
61-80	15
80 이상	25

자료: ACEA(2020), 2020년 1월부터 신규 등록 차량에 적용

(2) 보유단계

아일랜드에서는 2008년 7월 이전에 등록된 승용차는 실린더 용량을 기반으로 자동차세를 부과하며, 이후 등록된 승용차는 [표 4-18]과 같이 탄소 배출량을 기반으로 자동차세를 부과한다. 2008년 7월 이전 등록 차량으로 실린더 용량 1,000cc인 차량의 자동차세는 199유로이며, 3,000cc를 초과하는 차량의 자동차세는 1,809유로이다. 2008년 7월 이전 등록 전기차의 자동차세는 120유로이다. 기타 차량으로 코치와 버스는 좌석 개수, 영업용 차량은 적재 중량을 기반으로 자동차세를 부과한다.

[표 4-18] 아일랜드 탄소배출 기반 자동차세

구간	CO ₂ 배출량(g/km)	자동차세(유로)
A0	0	120
A1	1-80	170
A2	81-100	180
A3	101-110	190
A4	111-120	200
B1	121-130	270
B2	131-140	280
C	141-155	390
D	156-170	570
E	171-190	750
F	191-225	1,200
G	226	2,350

자료: ACEA(2020), 2008년 7월 1일 이후 신규 등록된 개인 차량에 적용

(3) 운행단계

아일랜드의 유류세는 [표 4-19]와 같이 구성된다.

[표 4-19] 아일랜드 유류세 구성

단위: 유로/리터

구분	휘발유	경유
세금 제외 가격	47.28	54.08
소비세	60.77 (세금 54.18; 탄소세 4.59; 추가부담금 2.00)	49.90 (세금 42.57; 탄소세 5.33; 추가부담금 2.00)
부가가치세 (소비세 포함 기준 23%)	24.85	23.92
총 세금	85.62	73.82
소비자가	132.90	127.90

자료: ACEA(2020), 2020년 1월 기준

6) 이탈리아

(1) 취·등록 단계

이탈리아에서 취·등록 단계의 자동차 세제는 부가가치세, 등록요금, 등록세, 탄소배출에 따른 보조금-부과금으로 구성된다. 부가가치세는 차량가격의 22%이며, 등록요금은 신차 기준으로 145유로를 부과한다. 지역에 따라 총 중량, 좌석 수, 출력 등을 기초로 등록세를 부과한다. 이탈리아에서는 환경오염 개선을 위해 신규 등록 승용차에 대해 2019년 3월부터 2021년 말까지 보조금-부과금 제도를 적용한다. 보조금은 부가가치세 제외 차량가격이 5만유로 이하인 신규 전기차와 하이브리드차 구매 시 주행거리당 CO₂ 배출량(g/km)에 따라 [표 4-20]과 같이 지급된다. 부과금은 주행거리당 CO₂ 배출량이 160g/km을 초과하는 승용차에 대해 신규 등록 시 [표 4-21]과 같이 부과된다.

[표 4-20] 이탈리아 저탄소차량 보조금

CO ₂ 배출량(g/km)	보조금(유로)
0-20	6,000 (Euro 1-2-3-4 폐기 시) 4,000 (폐기 없을 시)
21-60	2,500 (Euro 1-2-3-4 폐기 시) 1,500 (폐기 없을 시)

자료: ACEA(2020)

[표 4-21] 이탈리아 탄소배출에 따른 부과금

CO ₂ 배출량(g/km)	부과금(유로)
161-175	1,100
176-200	1,600
201-250	2,000
250 초과	2,500

자료: ACEA(2020)

(2) 보유단계

이탈리아에서는 승용차의 경우 대기오염물질 배출기준과 출력에 따라 [표 4-22]와 같이 자동차세를 부과하고 있다. 코치와 버스는 엔진 등급에 따라, 영업 차량은 총 중량, 차축의 수 등에 따라 자동차세를 책정한다. 승용차의 자동차세는 기본 세율(base rate)을 기초로 지역에 따라 최대 21%까지 인상하여 책정할 수 있다. 전기차와 하이브리드차에 대해서는 최초 등록 후 5년간 자동차세를 100% 감면하며, 전기차는 5년

이후에도 자동차세를 75% 감면한다. CNG와 LPG 차량은 최초 등록 후 5년간 자동차세를 75% 감면한다.

[표 4-22] 이탈리아 승용차 자동차세 기본세율

대기오염물질 배출기준(유로기준)	kW	기본 세율(유로/kW)
Euro 5-6	100 이하	2.06 (Euro 5), 1.96 (Euro 6)
	100 초과	3.10 (Euro 5), 2.95 (Euro 6)
Euro 4	100 이하	2.58
	100 초과	3.87
Euro 3	100 이하	2.70
	100 초과	4.05
Euro 2	100 이하	2.80
	100 초과	4.20
Euro 1	100 이하	2.90
	100 초과	4.35
Euro 0	100 이하	3.00
	100 초과	4.50

자료: ACEA(2020)

(3) 운행단계

이탈리아에서 유류세는 [표 4-23]과 같이 구성된다.

[표 4-23] 이탈리아 유류세 구성

단위: 유로/리터

	휘발유	경유	LPG
제품 가격 + 유통 이윤	0.562	0.595	0.371
제조세	0.728	0.617	0.147
부가가치세	0.284	0.267	0.114
총 세금	1.012	0.884	0.261
소비자가	1.574	1.479	0.632

자료: ACEA(2020), 2020년 1월까지 월간 소비량에 기초한 가중 평균 가격

7) 네덜란드

(1) 취·등록 단계

네덜란드에서 취·등록 단계의 자동차 세제는 부가가치세, 등록요금, 탄소배출에 따른 등록세로 구성된다. 부가가치세는 차량가격의 21%이며 등록요금은 51.1유로이다. 탄소배출에 따른 등록세 기본 세율을 [표 4-24]와 같다.

[표 4-24] 네덜란드 탄소배출 기반 등록세율(일반차량)

CO ₂ 배출량(g/km)	세율(1gCO ₂ /km당 유로)
0	0
1~68	2
69~91	59
92~133	129
134~150	212
151 이상	424

자료: ACEA(2020)

기본 등록세에 더해 네덜란드에서는 2020년 1월부터 주행거리당 CO₂ 배출량이 1g/km 이상인 모든 신규 승용차에 대해서는 366유로를 추가로 과세한다. 뿐만 아니라 주행거리당 CO₂ 배출량이 59g/km 이상인 경유차에 대해서는 기준을 초과하는 양에 비례해 1g/km 당 78.82유로를 추가로 과세한다. 2017년 1월 1일부터 모든 신규 하이브리드(PHEVs) 차량은 별도의 등록세를 [표 4-25]와 같이 적용한다. 플러그인 하이브리드차에 대해서는 366유로의 추가 과세가 적용되지 않는다.

[표 4-25] 네덜란드 플러그인 하이브리드차 탄소배출 기반 등록세율

CO ₂ 배출량(g/km)	세율(1gCO ₂ /km당 유로)
0	0
1~34	24
35~60	83
61 이상	199

자료: ACEA(2020)

(2) 보유단계

네덜란드에서는 개인 차량은 총 차량 중량, 지역, 연료, CO₂ 배출량에 따라, 버스와 코치는 총 차량 중량에 따라 자동차세가 부과된다. 2020년까지 CO₂ 배출이 0인 승용차는 자동차세가 면제된다. 준(semi) 전기차의 경우 배터리팩으로 인해 중량이 많이 나가므로 자동차세 산정 시 125kg의 중량을 제외하였으나, 2017년 1월부터는 자동차세 50% 감면으로 대체되었다. 사용 연료에 따라 세율이 다르며, 경유는 추가 과세한다. 화물트럭은 총 중량과 차축의 수, 서스펜션 유무에 따라 세율이 정해지는데, 대기오염물질 배출기준에 따라 유로 2차량은 60%, 유로 1차량은 75%, 유로 0차량은 90% 자동차세가 할증된다.

(3) 운행단계

네덜란드의 자동차 유류세는 [표 4-26]과 같이 구성된다.

[표 4-26] 네덜란드 유류세 구성

단위: 유로/리터

	휘발유	경유
세금 제외 가격	0.72	0.73
총 세금(부가가치세 제외)	0.79	0.50
부가가치세 제외 가격	1.51	1.23
부가가치세 21%	0.32	0.26
소비자가	1.82	1.49

자료: ACEA(2020), 2019년 5월 기준

8) 스웨덴

(1) 취·등록 단계

스웨덴에서 취·등록 단계의 자동차 세제는 부가가치세와 보조금으로 구성된다. 부가가치세는 차량가격의 25%이다. 스웨덴에서는 2018년 7월부터 신규 등록 차량을 대상으로 기후보너스(climate bonus) 제도를 운영하고 있다. 주행거리당 탄소배출량에 따른 보너스는 [표 4-27]과 같다. 다만, 기후보너스는 차량가격의 25%를 초과할 수는 없다. 전기버스와 트럭을 구매하는 공공기관에게는 전기차 가격의 최대 20%까지 보너스를 지급한다(단, 전기차와 동등 경유차의 가격차이 한도 내에서). 플러그인 하이브리드차량에 대한 보너스는 전기차량에 대한 보너스의 절반 수준이다. 민간기업이 전기버스와 트럭을 구매할 경우에는 전기차와 동등 경유차의 가격차이 40%를 보너스로 지급한다.

[표 4-27] 스웨덴 기후보너스 제도

CO ₂ 배출량(g/km)	기후보너스(SEK)
0	60,000
1~69	60,000에서 초과 1g/km당 714씩 감소
70	10,020
모든 CNG 차량, 경량 트럭/버스	10,000

자료: ACEA(2020), SEK는 스웨덴 화폐단위

(2) 보유단계

스웨덴에서는 2006년 이후 출고된 차량으로서 2018년 6월까지 등록된 승용차에 대해 탄소배출량을 기준으로 다음 식과 같이 자동차세를 부과한다.

$$\text{자동차세} = \text{기본세금} + \text{세율} \times \text{초과탄소배출량} \quad [\text{식 4-4}]$$

휘발유차의 기본세금은 360SEK인데, 차량의 주행거리당 CO₂ 배출량이 111g/km을 초과할 때는 초과되는 1g/km당 22SEK가 추가로 부과된다. 경유차에 대해서는 휘발유차에 비해 2.37배의 자동차세가 부과된다. 또한 2008년 1월 이후 등록된 경유차에 대해서는 250SEK, 2008년 1월 이전 등록된 경유차에 대해서는 500SEK를 추가하여 부과한다. 바이오연료 등 대체연료를 사용하는 차량에 대해서는 일반차량에 비해 50% 낮은 세율(1g/km당 11SEK)을 적용한다.

2018년 7월 이후 등록된 승용차와 경량 트럭/버스에 대해서는 [표 4-28]과 같은 연간 자동차세 산정식이 적용된다. 등록 후 초기 3년 동안에는 탄소배출량에 따라 강화된 자동차세가 부과되며, 4년 차 이후부터는 2018년 6월 이전에 등록된 차량과 동일한 수준으로 돌아가는 일종의 부과금 시스템이다. 경유차량에 대해서는 휘발유차에 비해 훨씬 높은 수준의 자동차세가 부과된다.

[표 4-28] 스웨덴 자동차세 산정식

단위: SEK/연

연료	최초등록 이후	탄소배출에 따른 자동차세 산정 식
휘발유	최초 3년	360+(주행거리당 배출량 - 95g/km)×82+(주행거리당 배출량-140g/km)×107
	4년 차 이후	360+(주행거리당 배출량-111g/km)×22
경유	최초 3년	360+(주행거리당 배출량-95g/km)×82+(주행거리당 배출량-140g/km)×107+13.52×주행거리당 배출량+250
	4년 차 이후	360+(주행거리당 배출량-111g/km)×22+13.52×주행거리당 배출량+250
CNG/에탄올	최초 3년	360+(주행거리당 배출량-111g/km)×11
	4년 차 이후	360+(주행거리당 배출량-111g/km)×11

자료: ACEA(2020), 2018년 7월 이후 등록차 적용

스웨덴에서는 상업용 차량에 대해서는 총중량과 차축의 수, 연료에 따라 자동차세를 부과한다.

(3) 운행단계

스웨덴의 유류세는 [표 4-29]와 같이 구성된다. 2016년 1월부터는 매년 소비자물가지수와 연동하여(2% 추가) 유류세가 조정되고 있다.

[표 4-29] 스웨덴 유류세 구성

단위: SEK/리터

	휘발유	경유
에너지세	4.1	2.461
이산화탄소세	2.59	2.248
총 세금(부가가치세 제외)	6.69	4.709
제품 가격	6.21	8.755
부가가치세 25%	3.23	3.366
소비자가	16.13	16.82

자료: ACEA(2020), 2020년 1월 기준

3_오염물질배출 기반 통행료 사례 분석

1) 오스트리아

오스트리아에서는 3.5톤 미만 차량에 대해서는 고속도로 통행료(연간 통행권 91.1유로)와 특정도로 통행료(2유로/회)가 부과되며, 중대형차량에 대해서는 다음 식과 같이 주행거리에 기반한 통행료가 부과된다.

$$\text{통행료} = \text{주행거리} \times \text{요율} \quad [\text{식 4-5}]$$

여기서 요율은 [그림 4-5]와 같이 대기오염물질 배출기준(유로 기준) 등급, 차축의 수, 운행시간에 따라 차등 적용된다. 유로 3 이하 차량은 동일한 요율이 적용되며, 유로 4부터 유로 6까지는 요율이 조금씩 낮아진다. 순수 전기차와 수소 연료전지차의 요율은 유로 6 차량보다 절반 이상 낮다. 유로 6 등급 차량의 통행료 요율은 최하등급 차량에 비해 15.5% 낮고, 순수 전기차와 수소 연료전지차의 요율은 최하등급 차량에 비해 58.4% 낮다. 시간별로는 주간에 비해 야간에 요율이 높으며, 차량 규모가 클수록 요율은 최대 2배 이상 높다.

Mileage-based toll

including surcharges for air and noise pollution



	Category 2 2 axles		Category 3 3 axles		Category 4+ 4 and more axles	
	Day	Night	Day	Night	Day	Night
Drive type E/H2	0.09670	0.09710	0.13601	0.13693	0.20363	0.20479
Emission class EURO VI	0.19650	0.19690	0.27573	0.27665	0.40981	0.41097
Emission classes EURO V and EEV	0.20630	0.20670	0.28945	0.29037	0.42694	0.42810
Emission class EURO IV	0.21260	0.21300	0.29827	0.29919	0.43702	0.43818
Emission classes EURO 0 to III	0.23260	0.23300	0.32627	0.32719	0.46902	0.47018

Rates in EUR per km, excl. 20 % VAT

[그림 4-5] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 요율(종합)

출처: ASFiNAG(2020)

주: Drive type E/H2는 순수 전기차와 수소연료전지차를 의미함

이러한 요율은 도로인프라 비용, 대기오염의 사회적 비용, 소음 피해비용에 따른 요율을 모두 합산해 산정한 값이다. 인프라 비용에 따른 요율은 [그림 4-6]과 같이 대기오염물질 배출기준(유로기준)과 차축의 수(차량 규모)에 따라 차등 적용된다. 유로 6 기준을 만족하는 차량과 순수전기/수소 연료전지차는 유로 5 기준 이하 차량에 비해 통행료 요율이 각각 1.5%와 50% 낮다. 차량 규모가 클수록 도로인프라 비용에 따른 요율은 최대 2배 이상 높다.

Infrastructure Basic kilometre rate



	Category 2 2 axles	Category 3 3 axles	Category 4+ 4 and more axles
Drive type E/H2	0.0960	0.1344	0.2016
Emission class EURO VI	0.1890	0.2646	0.3969
Emission classes EURO 0 to EEV	0.1919	0.2687	0.4030

[그림 4-6] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 요율(인프라 비용)

출처: ASFiNAG(2020)

주: Drive type E/H2는 순수 전기차와 수소연료전지차를 의미함

대기오염의 사회적비용은 [그림 4-7]과 같이 대기오염물질 배출기준(유로기준)과 차

축의 수(차량 규모)에 따라 차등 적용된다. 순수전기차와 수소 연료전지차는 대기오염에 따른 사회적 비용이 통행료 요율에 반영되지 않는다(요율 0). 유로 6 기준을 만족하는 차량은 유로 3 이하 등급 차량에 비해 대기오염의 사회적 비용에 따른 통행료 요율이 83.0% 낮다. 차량 규모가 클수록 대기오염 사회적비용에 따른 요율은 최대 60% 높다.

Surcharge Air pollution			
	Category 2 2 axles	Category 3 3 axles	Category 4+ 4 and more axles
Drive type E/H2	0.0000	0.0000	0.0000
Emission class EURO VI	0.0068	0.0095	0.0109
Emission classes EURO V and EEV	0.0137	0.0192	0.0219
Emission class EURO IV	0.0200	0.0280	0.0320
Emission classes EURO 0 to III	0.0400	0.0560	0.0640

[그림 4-7] 오스트리아 주행거리 기반 통행료 요율(대기오염 비용)

출처: ASFINAG (2020)

주: Drive type E/H2는 순수 전기차와 수소연료전지차를 의미함

오스트리아에서는 중대형 차량에 대해서는 주행거리 산정과 통행료 자동 납부를 위해 [그림 4-8]과 같은 GO-Box 전자송수신기 장착을 의무화하고 있다.



[그림 4-8] GO-Box 전자 송수신기

출처: <https://www.asfinag.at/>

2) 영국 런던

유럽에서는 수송부문의 대기오염물질 배출을 관리하기 위해 도심 자동차 운행제한제도(Urban access regulation)를 활발하게 시행하고 있다(황인창 외, 2018). 도심 자동차 운행제한제도는 도시 내 일정 지역에 대해 대기오염물질 배출량이 일정 기준 이상인 차량의 진입을 금지하거나(Low Emission Zone), 통행료(urban road toll)를 부과하여 도심 내 자동차 운행 수요를 관리하는 제도이다.

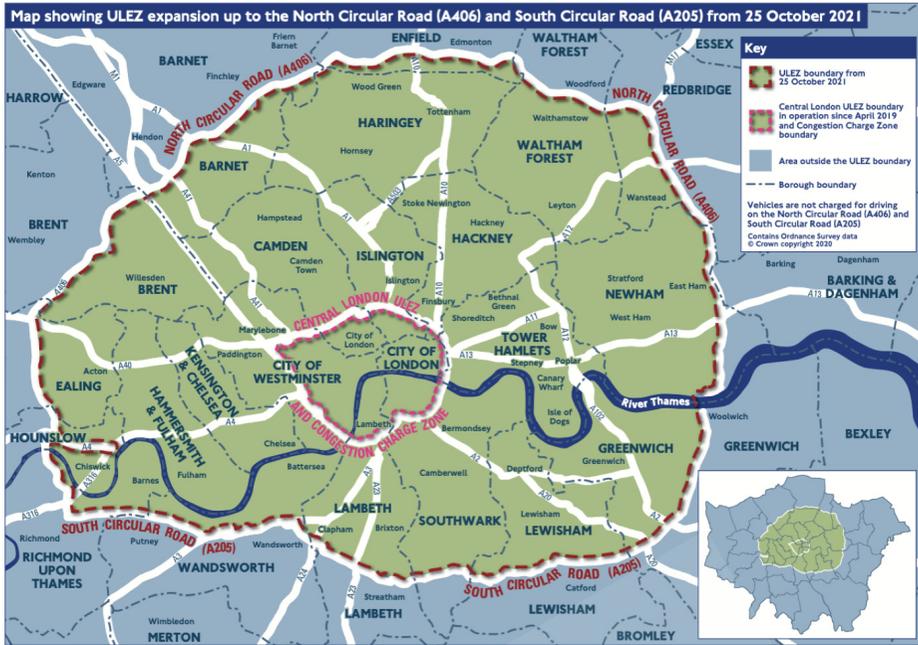


[그림 4-9] 유럽 도심자동차운행제한제도 운영 현황

출처: <https://urbanaccessregulations.eu/userhome/map>

주: 녹색 원은 LEZ 시행 도시, 붉은 원은 도심통행료 부과 도시를 나타냄

런던에서는 수송부문의 대기오염물질 배출 저감을 위해 2008년부터 공해차량 운행제한제도(LEZ)를 시행하고 있다. 2019년 4월부터는 도심 지역(central London)을 대상으로 운행제한을 더욱 강화한 ULEZ(Ultra Low Emission Zone)를 시행하고 있으며, 2021년 10월부터는 [그림 4-10]에 나타난 바와 같이 도시 순환도로(circular road) 경계까지로 운행제한 대상지역을 확대할 예정이다.



[그림 4-10] 런던 공해차량 운행제한 지역

출처: Mayor of London(2020)

LEZ 지역과 ULEZ 지역에서 적용되는 운행제한 대상과 위반 시 과태료는 [그림 4-11, 12]와 같다. 런던 전역에서 상시(365일, 24시간) 적용되는 LEZ 제도는 경유차만을 대상으로 하며, 차종에 따라 미세먼지 배출기준으로 유로 3 (벤, 미니버스 등)이나 유로 4 기준(중대형 화물차, 버스)을 만족해야만 운행할 수 있다. 위반 시에는 하루 기준으로 100파운드나 200파운드의 과태료를 납부해야 한다. 런던 도심에서 상시(365일, 24시간) 적용되는 ULEZ 제도는 휘발유차와 경유차를 대상으로 하며, 차종에 따라 미세먼지와 질소산화물 배출기준으로 유로 4(승용차) 또는 유로 6 기준(버스, 화물차 등)을 만족해야만 운행할 수 있다. 위반 시에는 하루 기준으로 12.5파운드(승용차, 벤, 미니버스 등)나 100파운드(중대형 화물차, 버스 등)의 과태료를 납부해야 한다. LEZ 위반 차량이 ULEZ도 위반한 경우 과태료는 2중으로 부과된다. 2021년 3월부터 런던은 중대형 화물차와 버스에 적용하던 LEZ 기준을 유로 4에서 유로 6로 강화할 예정이다(ULEZ 기준과 동일하게 변경). 위반 시 과태료는 차량의 미세먼지 배출기준에 따라 유로 4나 유로 5 기준을 만족하면 100파운드, 유로 4 기준을 만족하지 못하면 300파운드로 조정할 예정이다.

	Scheme	Launch date	Geographical area	Vehicle types	Emission standards PM = Particulate Matter NOx = Nitrogen Oxides	Daily charge amount	Operational hours
Current LEZ	Low Emission Zone (LEZ) (Diesel vehicles only)	4 February 2008 The LEZ emissions standards are getting tougher from 1 March 2021	Greater London	Vans and specialist vehicles (1.205 tonnes unladen weight – 3.5 tonnes gross vehicle weight) and minibuses up to 5 tonnes**	Euro 3 (PM)	£100 if vehicle does not meet Euro 3 standard (PM). Additional ULEZ charges may apply †	24 hours a day, every day of the year, including weekends and bank holidays and the entire Christmas period
				Buses, coaches and minibuses over 5 tonnes*** HGVs, lorries, vans, and specialist heavy vehicles over 3.5 tonnes***	Euro IV (PM)	£200 if vehicle does not meet Euro IV standard (PM). Additional ULEZ charges may apply †	
Future LEZ	Low Emission Zone (LEZ) (Diesel vehicles only)	1 March 2021	Greater London	Vans and specialist vehicles (1.205 tonnes unladen weight – 3.5 tonnes gross vehicle weight) and minibuses up to 5 tonnes**	Euro 3 (PM)	£100 if vehicle does not meet Euro 3 standard (PM). Additional ULEZ charges may apply †	24 hours a day, every day of the year, including weekends and bank holidays and the entire Christmas period
				Buses, coaches and minibuses over 5 tonnes*** HGVs, lorries, vans, and specialist heavy vehicles over 3.5 tonnes***	Euro VI (NOx & PM) Euro VI is the same emission standard as the central London ULEZ so there will be no additional ULEZ charge to drive these vehicles in the ULEZ.	No charge if vehicle meets Euro VI standard (NOx and PM) – these vehicles meet the new tougher LEZ standards £100 if vehicle meets Euro IV or V standard (PM only) £300 if vehicle does not meet Euro IV standard (PM only) No additional ULEZ charge to drive these vehicles in the central London ULEZ	

[그림 4-11] 런던 LEZ 강화 계획

출처: Mayor of London(2020)

	Scheme	Launch date	Geographical area	Vehicle types	Emission standards PM = Particulate Matter NOx = Nitrogen Oxides	Daily charge amount	Operational hours
Current ULEZ	Ultra Low Emission Zone (ULEZ) (Diesel and petrol vehicles)	8 April 2019 This scheme will be expanded on 25 October 2021 to include a much wider zone	Central London	Motorcycles, motor tricycles and quadricycles	Euro 3 (NOx)	£12.50 if standard not met	24 hours a day, every day of the year, including weekends and bank holidays except Christmas Day
				Cars and private hire vehicles. Vans and other specialist vehicles up to 3.5 tonnes and minibuses up to 5 tonnes**	Euro 4 Petrol (NOx) Euro 6 Diesel (NOx & PM)		
Future ULEZ	Ultra Low Emission Zone (ULEZ) – expansion (Diesel and petrol vehicles)	25 October 2021	Expansion from central London, up to but not including the North and South Circular Roads, to create one single enlarged zone	Buses, coaches and minibuses over 5 tonnes*** HGVs, lorries, vans, and specialist heavy vehicles over 3.5 tonnes***	Euro VI (NOx & PM)	£100 if standard not met	24 hours a day, every day of the year, including weekends and bank holidays except Christmas Day
				Motorcycles, motor tricycles and quadricycles Cars and private hire vehicles. Vans and other specialist vehicles up to 3.5 tonnes and minibuses up to 5 tonnes**	Euro 3 (NOx) Euro 4 Petrol (NOx) Euro 6 Diesel (NOx & PM)		

[그림 4-12] 런던 ULEZ 강화 계획

출처: Mayor of London(2020)

런던에서는 특정 거리(Beech Street)를 제로배출 지역(Zero Emission Zone)으로 지정해 무배출 차량만 운행할 수 있도록 하는 제도를 2020년에 시작하여 18개월간

시범 도입할 예정이다. ZEZ 위반 시 최대 130파운드의 과태료가 부과된다. 전기차, 수소연료전지차, 유로 6 기준에 상응하는 하이브리드차, 긴급 차량은 ZEZ 대상에서 제외되며, ZEZ 지역 내 거주자와 사업체는 별도의 등록을 통해 과태료 납부를 면제받을 수 있다. 런던에서는 또한 Clean Bus Zones을 지정하여 Euro 6 기준을 만족하는 버스만 운행할 수 있도록 하였다.

런던에서 혼잡통행료는 2003년 도입되었으며, 현재는 성탄절을 제외하고 매일 오전 7시에서 오후 10시 사이 런던 도심부를 통행하는 모든 차량에 대해 15파운드를 부과하고 있다. 혼잡통행료 징수 지역은 ULEZ와 동일하며, 통행료를 납부하지 않을 경우 160~180파운드의 벌금을 부과한다.

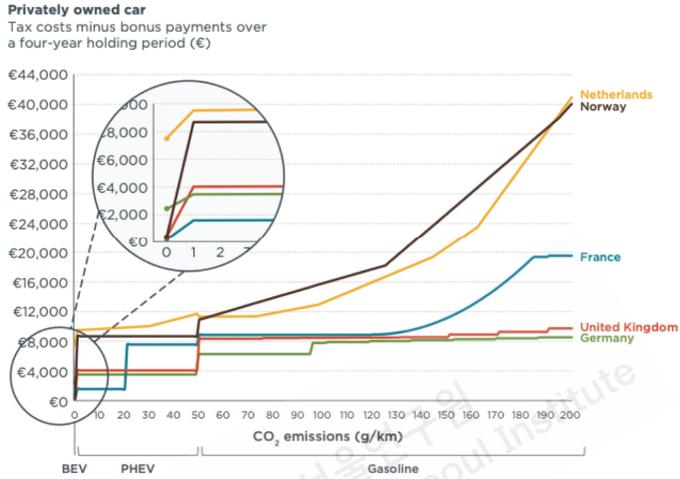
4_성과평가와 시사점

1) 성과평가

앞서 유럽 국가를 중심으로 오염물질배출 기반 자동차 세제 사례를 살펴보았다. 이러한 자동차 세제가 온실가스 배출량과 대기오염물질 배출량 변화에 어떠한 영향을 미쳤는지를 살펴볼 필요가 있다. 다만, 탄소배출 기반 자동차 세제의 영향에 대한 정량 분석에 비해 대기오염물질배출 기반 자동차 세제의 영향에 대한 분석은 적은 편이기 때문에 이하에서는 탄소배출 기반 자동차 세제의 정량적 영향을 위주로 제도의 효과를 살펴볼 것이다.

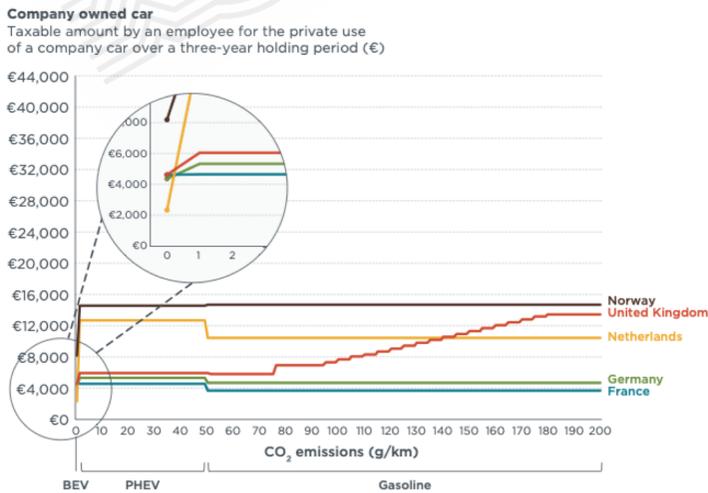
[그림 4-13, 14]는 독일, 영국, 프랑스, 노르웨이, 네덜란드 등 유럽 주요 5개국의 자동차 세제를 비교한 것이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 개별국가에서는 모두 개인 소유 차량에 대해서는 주행거리당 탄소배출량이 많은 차량에 대해 더 높은 세금을 부과하고 있다. 다만 탄소배출량에 따라 세금이 늘어나는 정도는 국가마다 큰 편차를 보인다. 네덜란드와 노르웨이에서는 탄소배출량에 따라 자동차세가 높아지는 속도가 상당히 높은 데 반해, 영국과 독일은 완만하게 증가한다. 프랑스는 중간 정도의 빠르기로 탄소배출량에 따라 세금이 높아진다. 법인 소유 차량에 대해서는 영국을 제외하고 대부분의 국가에서 탄소배출량이 많아져도 세금을 일정한 수준으로 유지하고 있다. 이로 인해 이들 국가에서는 상대적으로 주행거리당 탄소배출이 적은 차량(약

100gCO₂eq/km 이하)은 법인 소유차가 개인 소유차에 비해 더 많은 세금을 납부하지만, 탄소배출이 많은 차량(약 100gCO₂eq/km 이상)은 개인 소유차가 법인 소유차에 비해 더 많은 세금을 납부한다. 영국에서는 법인 소유 차량에 대해서도 탄소배출이 많아질수록 세금을 더 많이 부과하며, 법인차가 부담하는 세금이 개인 소유차에 비해 더 많다.



[그림 4-13] 유럽 주요 5개국 탄소배출 기반 자동차세 비교(일반 승용차)

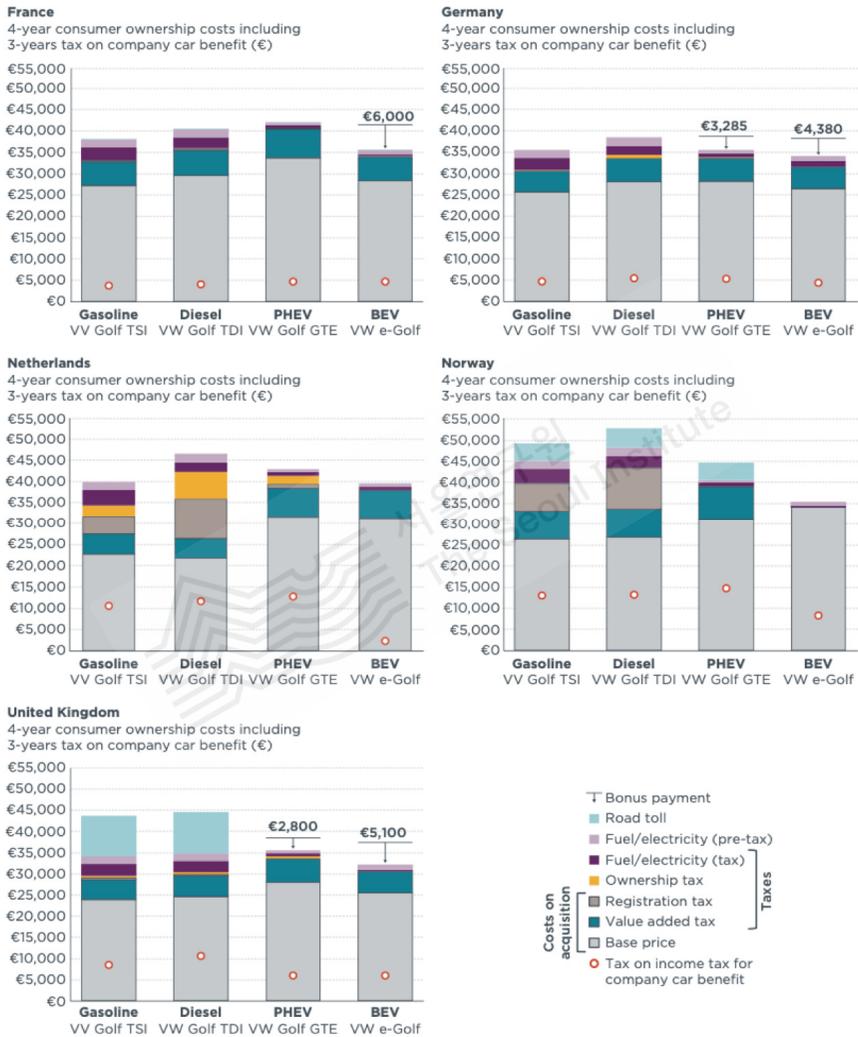
출처: ICCT(2018)



[그림 4-14] 유럽 주요 5개국 탄소배출 기반 자동차세 비교(법인차)

출처: ICCT(2018)

[그림 4-15]는 국가별로 동일 차종에 대해 연료 종류별로 자동차세 부담이 어느 정도 차이가 나는지를 나타낸 것이다. 대부분의 국가에서는 경유를 사용하는 차량의 세금 부담이 가장 높았으며, 전기차의 세금 부담이 가장 낮았다. 국가별로 전기차의 세금 부담이 가장 낮은 이유는 조금씩 다른데, 노르웨이는 부가가치세 감면, 프랑스, 영국, 독일은 구매 보조금, 네덜란드는 보유단계 자동차세 감면이 가장 큰 원인이었다.

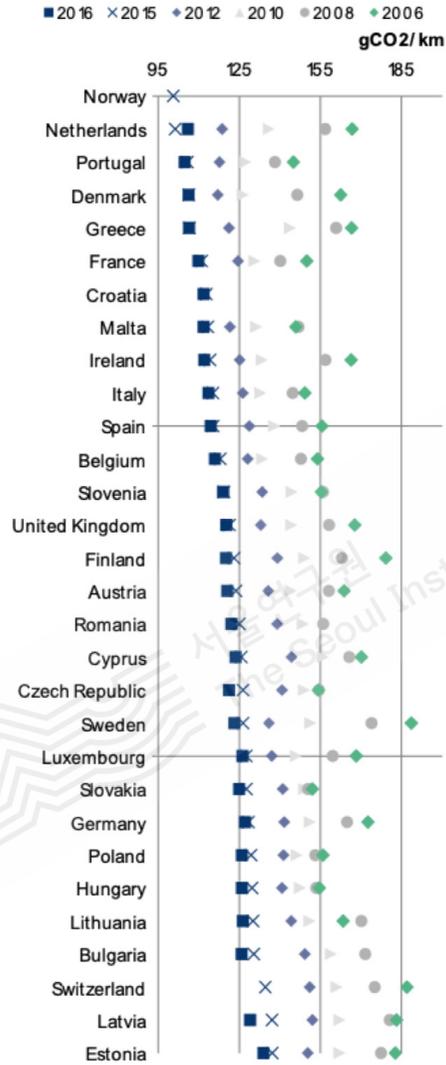


[그림 4-15] 유럽 주요 5개국 자동차 보유 비용 비교

출처: ICCT(2018)

주: 비교를 위해 사용된 자동차 모델은 모두 2017년에 출고된 차량이며, 모델별 탄소배출량은 휘발유, 경유, 플러그인하이브리드, 전기차 순서로 각각 112, 114, 36, 0gCO₂e/km이다.

탄소배출 기반 자동차 세제의 국가별 차이는 [그림 4-16]에서 확인할 수 있는 것처럼 국가별 자동차의 주행거리당 온실가스 배출 평균에 영향을 미친다.



[그림 4-16] 국가별 탄소배출 원단위 현황

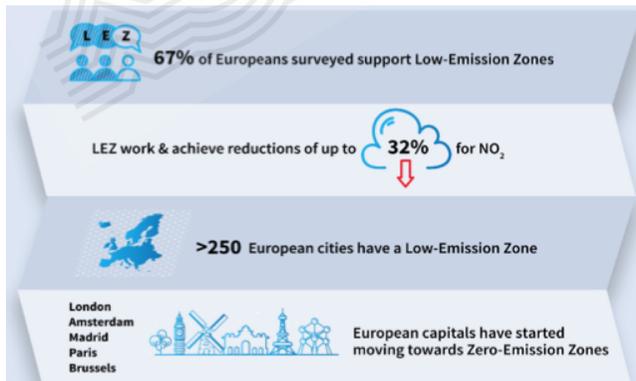
출처: GBG(2018)

주: 개인 차량을 대상으로 등록연도 기준 평균 탄소배출 산정

앞서 살펴본 국가 중에서 탄소배출 기반 자동차 세제를 가장 강력하게 시행하고 있는 노르웨이와 네덜란드에서 자동차의 온실가스 배출원단위가 가장 낮았으며, 상대적으로

로 탄소기반 자동차 세제를 약하게 시행하고 있는 영국과 독일에서 자동차의 평균 온실가스 배출원단위가 높았다. 유럽 대부분의 국가에서 2006년에 비해 자동차의 평균 탄소배출 원단위(주행거리당 탄소배출량)는 개선되어 왔다. 다만, 국가별로 원단위가 개선된 정도의 차이는 컸는데, 탄소배출 기반 자동차 세제를 강하게 시행하는 국가에서 개선 정도가 대체로 높았다. 구체적으로 2006년에는 네덜란드, 영국, 독일의 자동차 탄소배출 원단위가 큰 차이를 보이지 않았지만, 2016년에는 강력한 탄소기반 자동차 세제를 적용하고 있는 네덜란드에서의 자동차 평균 탄소배출 원단위가 다른 국가에 비해 월등히 높게 향상되었음을 확인할 수 있다.

현재 대부분의 유럽국가에서 수송부문 대기오염물질 배출관리의 핵심정책은 도심자동차운행제한이다. [그림 4-17]에서 제시한 바와 같이 유럽 대부분의 도시는 LEZ 제도를 운영하고 있으며, 이를 통해 대기오염물질 배출량이 큰 폭으로 감소했음을 보고하고 있다(Muller and Le Petit, 2019). 혼잡통행료 역시 수송부문 대기오염물질 감축에 큰 역할을 한 것으로 보고되고 있다.⁶⁾ 예를 들어 스톡홀름에서는 [표 4-30]에 나타난 것처럼 혼잡통행료 시행 이전에 비해 수송부문 대기오염물질 배출이 8~14% 줄었으며, 온실가스 배출도 13% 줄 수 있었다. 다만, 대기오염물질 배출량에 기반해 통행료를 차등한 사례에 대한 분석은 아직 부족하기에 성과를 직접 비교하기에는 한계가 있다.



[그림 4-17] 유럽 LEZ 성과

출처: Muller and Le Petit(2019)

⁶⁾ 런던, 밀라노, 스톡홀름, 예테보리 등에 대한 사례분석 결과는 다음 웹페이지에서 정보를 얻을 수 있음.
<https://urbanaccessregulations.eu/urban-road-charging-schemes/impacts-of-urban-road-charging>

[표 4-30] 스톡홀름 혼잡통행료 효과

	Inner city:		City of Stock-holm:		Greater Stock-holm*:	
	tons/year	per cent	tons/year	per cent	tons/year	per cent
Nitrogen oxides. NO _x	45	-8.5 %	47	-2.7 %	55	-1.3 %
Carbon monoxide. CO	670	-14 %	710	-5.1 %	770	-2.9 %
Particles. PM ₁₀ total	21	-13 %	23	-3.4 %	30	- 1.5 %
"erosion particles"	19	-13 %	21	-3.3 %	28	-1.5 %
"ex-haust particles"	1.8	-12 %	1.8	-4.4 %	2.1	-2.4 %
Volatile organic compounds .VOC	110	-14 %	120	-5.2 %	130	-2.9 %
benzene. C ₆ H ₆	3.4	-14 %	3.6	-5.3 %	3.8	-3.0 %
Carbon dioxide. CO ₂	36,000	-13 %	38,000	-5.4 %	41,000	-2.7 %

출처: City of Stockholm(2006)

2) 시사점

수송부문에서 온실가스와 대기오염물질 배출은 대부분 차량용 연료의 연소과정에서 배출된다. 물론 미세먼지 등 일부 대기오염물질은 타이어 마모나 주행 중 비산먼지로 인해 발생하지만, 질소산화물이나 블랙카본 등 인체에 특히 유해한 물질의 대부분은 연료 연소과정에서 생성되어 자동차의 배기구를 통해 배출된다. 따라서 수송부문에서 온실가스와 대기오염물질 배출을 제어하기 위해서는 휘발유와 경유 등을 연료로 사용하는 내연기관 자동차의 운행 수요를 줄이고, 전기차와 수소연료전지차 등 무배출 차량으로의 전환을 유도할 수 있어야 한다. 이를 위한 핵심정책 수단으로는 공해차 운행 제한(LEZ)과 같은 규제수단, 오염물질 배출에 기반한 자동차 세제와 통행료 같은 경제적 수단이 있다. 국내 수도권에서는 이미 상시적으로 LEZ 제도를 시행하고 있으며, 계절관리제 기간인 겨울철에는 더욱 강화된 LEZ를 시행한다. 서울은 도심지역(녹색 교통진흥지역)을 중심으로 상시적으로 더욱 강화된 서울형 LEZ를 시행하고 있으며, 도심지역에서는 혼잡통행료 제도도 시행하고 있다. 서울형 LEZ는 중장기적으로 운행 제한 지역과 대상을 강화해 나갈 계획도 수립하고 있다(황인창 외, 2020).

이러한 규제수단과 더불어 시민의 친환경적 행동을 유인하기 위해서는 수송부문에 대

한 경제적 수단을 추가로 도입할 필요가 있다. 서울형 LEZ가 점차적으로 확대될 것으로 기대하고는 있지만, 아직까지는 종로구와 중구 등 일부 지역에서 배출가스 5등급 차량만을 대상으로 운행제한을 하고 있어 온실가스와 대기오염물질 감축효과는 제한적이기 때문이다(황인창 외, 2018). 현재의 서울시 계획상으로 중단기적으로는 새로이 포함될 운행제한 대상과 지역이 제한적이기 때문에 서울형 LEZ 만으로는 온실가스와 대기오염물질을 획기적으로 감축하는 것이 어렵다. 현재의 계획상으로 적어도 2020년대 후반까지는 서울형 LEZ 대상에 포함되지 않는 차량에서 배출되는 온실가스와 대기오염물질 배출량이 더 많을 것으로 전망된다.

이러한 제도의 빈 공간을 채울 수 있는 것이 경제적 수단이다. 이미 많은 유럽 국가와 도시에서는 LEZ를 시행하는 것과 함께 탄소배출에 기반한 자동차 세제를 도입하여 시민의 친환경 자동차 구매와 대중교통 이용을 유도하고 있다. 일부 국가에서는 탄소배출 뿐 아니라 대기오염물질 배출도 고려해 자동차 세율을 산정하고 있으며, 오스트리아나 런던 등과 같이 대기오염물질 배출에 기반해 통행료를 차등하여 부과하는 사례도 있다.

앞서 성과분석에서도 살펴보았듯이 탄소배출 기반 자동차 세제는 유럽 국가들에서 자동차의 평균 온실가스 배출량을 큰 폭으로 줄이는 데 큰 성과를 보였다. 물론 자동차 세는 정부의 중요한 세입원이면서 시민들에게는 큰 경제적 부담이기 때문에 이를 단기간에 전환하는 것에는 무리가 있을 수 있다. 그러함에도 정부와 서울시가 목표로 하는 탄소중립에 도달하기 위해서는 자동차세를 포함해 사회 전반에서의 패러다임을 전환하는 노력이 필요하다는 점에서 국내에서도 오염물질 배출에 기반한 자동차 세제를 도입할 필요가 있다. 참고로 독일에서는 2019년에 발표한 기후행동계획(climate action programme 2030)을 통해 기후위기 대응을 위해 사회 전반에 걸쳐 탄소가격제도를 적극적으로 도입하기로 하였다. 그 일환으로 수송부문에서는 자동차 세제의 패러다임을 차량가격이나 중량 기반 부과 방식에서 탄소배출 기반 부과 방식으로 전면적으로 전환할 계획이다.⁷⁾

내연기관 자동차의 배기가스는 국내 기인 미세먼지의 주요 원인이라는 점에서(서울시, 2016), 오염물질 배출에 기반한 자동차 세제 전환은 미세먼지 건강영향을 개선하는 데에도 큰 도움을 줄 것이다.

⁷⁾ <https://www.bundesregierung.de/breg-en/issues/climate-action/klimaschutzprogramm-2030-1674080>

05

이해관계자 인식과 정책 수용성 분석



- 1_ 설문조사 개요
- 2_ 건물 온실가스 관리 현황과 에너지 비용
- 3_ 기후변화 인식
- 4_ 정책 수용성

05. 이해관계자 인식과 정책 수용성 분석

1_설문조사 개요

건물부문 온실가스 총량제 수용성과 정책수요를 확인하기 위해 서울시 소재 비주거용 건물을 대상으로 설문조사를 시행하였다. 조사 대상 건물은 서울시 전체 비주거용 건물의 연면적별 분포를 바탕으로 확률 추출하였으며, 설문 대상자는 비주거용 건물의 소유주 또는 관리인이다.⁸⁾ 설문지는 전문가 검토를 통해 확정하였으며, 설문은 방문 면접조사를 기본으로 하되 코로나19 등으로 인해 직접 방문이 어려운 건물에 대해서는 온라인조사와 전화조사를 병행하였다. 예산의 한계로 유효 표본은 301개 건물로 비교적 적은 편이었으며, 표본 오차는 95% 신뢰수준에서 $\pm 6\%$ 이다.

[표 5-1] 설문조사 개요

구분	세부내용
조사 대상	서울시 소재 비주거용 건물 소유주 또는 관리인
조사 방법	방문면접조사(86%), 온라인조사(11%), 전화조사(3%)
조사 시기	2020년 7월 30일 ~ 8월 18일
유효 표본	301개 건물(95% 신뢰수준에서 표본오차 $\pm 6\%$)
표본 추출	2020년 기준 서울시 소재 비주거용 건물의 연면적별 분포 고려 비례 할당
조사 도구	구조화된 설문 문항
조사 기관	(주)리서치앤리서치

⁸⁾ 2020년 기준으로 서울시 소재 총 건물 수는 628,474동이다. 이 중 비주거용 건물은 26%를 차지한다(건축물대장 DB).

설문지의 구성과 응답자 특성은 [표 5-2, 3]과 같다. 자세한 설문문항은 [부록]에 제시한 설문지를 참고할 수 있다. 참고로 건축법에 따라 건축물의 용도는 [표 5-4]와 같이 28개 세부용도로 구분할 수 있다.

[표 5-2] 설문지 구성

구분	세부내용
일반사항	<ul style="list-style-type: none"> - 건물 직접 사용/임대 여부 - 건물 연면적 - 건물 건축연도 - 건축법상 주 용도 - 유사 제도 적용여부 - 온실가스 관리 현황 - 에너지비용 현황
기후변화에 대한 기본인식 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화 심각성에 대한 인식 - 기후변화로 인한 피해 우려 - 국제사회 기후변화 대응 인지 여부 - 국제사회 기후변화 대응에 서울시도 동참하는 것에 대한 찬성 여부와 이유
건물부문 온실가스 감축에 관한 사항	<ul style="list-style-type: none"> - 서울시의 탄소중립 목표에 대한 평가 - 건물부문 온실가스 감축 노력 참여 의사와 참여방법 - 제로에너지건축 계획 찬성 여부와 이유 - 건물 온실가스 총량제 찬성 여부와 이유 - 건물 온실가스 총량제 총량 설정방식 관련 선호 - 건물 온실가스 총량제 운영방안 관련 선호 - 건물 온실가스 총량제 시행 이전에 선행되어야 할 것 - 건물 온실가스 총량제 인센티브 관련 선호 - 건물 온실가스 총량제 긍정적인 영향 - 건물 온실가스 총량제 부정적인 영향 - 건물 온실가스 총량제 종합 평가

[표 5-3] 응답자 분포

구분		사례 수(건물)	비율(%)
응답자 전체		301	100.0%
권역	도심권	71	23.6%
	동북권	69	22.9%
	서북권	37	12.3%
	서남권	78	25.9%
	동남권	46	15.3%
건물 점유형태	건물일부 소유	25	8.3%
	건물전체 소유	258	85.7%
	건물 관리인	18	6.0%
건물 사용형태	직접 사용	117	39.3%
	건물전체 임대	110	36.9%
	건물일부 임대	71	23.8%
건물 연면적	10,000㎡ 초과	14	4.7%
	5,000㎡ 초과~10,000㎡ 이하	18	6.0%
	1,000㎡ 초과~5,000㎡ 이하	43	14.3%
	500㎡ 초과~1,000㎡ 이하	67	22.3%
	500㎡ 이하	159	52.8%
건물 건축연도	1960년 이전	16	5.3%
	1960년대	31	10.3%
	1970년대	47	15.6%
	1980년대	55	18.3%
	1990년대	47	15.6%
	2000년대	76	25.2%
	2010년대	23	7.6%
	확인 불가	6	2.0%
건축법상 주용도	제1종 근린생활시설	24	8.0%
	제2종 근린생활시설	10	3.3%
	문화 및 집회시설	10	3.3%
	종교시설	13	4.3%
	판매시설	21	7.0%
	의료시설	4	1.3%
	교육연구시설	9	3.0%
	노유자시설	27	9.0%
	수련시설	1	0.3%
	운동시설	2	0.7%
	업무시설	123	40.9%
	숙박시설	19	6.3%
	위락시설	6	2.0%
공장	32	10.6%	
연평균 에너지비용	300만원 미만	15	5.0%
	300만원 이상~500만원 미만	21	7.0%
	500만원 이상~800만원 미만	37	12.3%
	800만원 이상~1,000만원 미만	19	6.3%
	1,000만원 이상~2,000만원 미만	51	16.9%
	2,000만원 이상~5,000만원 미만	38	12.6%
	5,000만원 이상	37	12.3%
모름/무응답	83	27.6%	

[표 5-4] 건축물 용도 구분

건축물의 용도란? 건축물의 종류를 유사한 구조, 이용 목적 및 형태별로 묶어 분류한 것을 의미함

1. 단독주택	11. 노유자(노인 및 어린이)시설	21. 동물 및 식물 관련 시설
2. 공동주택	12. 수련시설	22. 분노 및 쓰레기 처리시설
3. 제1종 근린생활시설	13. 운동시설	23. 교정 및 군사 시설
4. 제2종 근린생활시설	14. 업무시설	24. 방송통신시설
5. 문화 및 집회시설	15. 숙박시설	25. 발전시설
6. 종교시설	16. 위락시설	26. 묘지 관련 시설
7. 판매시설	17. 공장	27. 관광 휴게시설
8. 운수시설	18. 창고시설	28. 장례식장
9. 의료시설	19. 위험물 저장 및 처리 시설	
10. 교육연구시설	20. 자동차 관련 시설	

자료: 서울시 도시계획포털(<http://urban.seoul.go.kr>)

2_건물 온실가스 관리 현황과 에너지 비용

1) 온실가스 관리 현황

국내에서는 [표 5-5]에서 제시한 바와 같이 건축물의 온실가스 배출량 관리와 관련해 다양한 제도들이 운영되고 있다. 이 밖에도 건축물은 온실가스와의 직접적인 관련이 없지만, 「대기환경보전법」에 따라 대기오염배출시설(1~5종)로도 지정될 수 있다. 설문조사에 응답한 건물 중에서 관련 제도에 따라 대상자로 지정되어 있는 건물의 비율은 [표 5-6]에 제시한 바와 같다. 대기오염물질 배출사업장으로 지정되어 있는 건물이 5.6%로 가장 많았으며, 에너지다소비업자, 목표관리제 대상업체, 배출권할당대상업체로 지정되어 있는 건물은 각각 4.0%, 2.0%, 2.0%였다. 「녹색건축물 조성 지원법」에 따라 녹색건축물 또는 제로에너지건축물로 인증받은 건물은 0.3%에 불과했다. 건물 온실가스 관련 사업 수행과 관련하여 [표 5-7]과 같이 응답 건물의 절반 이상은 냉난방 적정온도 유지, 피크 시 전력수요 절감 등 정부 에너지절약 정책에 참여하고

있었다. 반면 다른 사업과 관련해서는 참여율이 낮았다. 건물 온실가스 배출현황을 파악하고 관리하는 곳은 6%였으며, 에너지나 온실가스 관리 전담부서나 인력을 운영하고 있는 곳은 3.7%에 불과했다. 신재생에너지 설비 설치, 그린 리모델링, 옥상 녹화 등 기후변화 대응 사업에 대한 참여율은 2~3% 정도에 그쳤다.

[표 5-5] 국내 건축물 온실가스 관련 제도 현황

	녹색건축물 조성 지원법	저탄소녹색성장기본법	온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률	에너지이용합리화법
대상	에너지소비 총량 제한 관리 대상(개별 건축물)	에너지온실가스 목표 관 리 대상(업체)	온실가스 배출량 할당 관리 대상(업체)	에너지다소비업자(업체)
기준	건축위원회 고시(제12조) 또는 조례 위임(제11조)	최근 3개년 평균 온실가스 배출량이 50천톤CO ₂ eq/연 이상이며, 에너지 소비가 200TJ/연 이상인 업체, 단일 사업장 기준 15천톤CO ₂ eq/연 이상이며, 에너지소비 80TJ/연 이상인 경우도 포함	최근 3개년 평균 온실가스 배출량이 125천톤CO ₂ eq/연 이상 업체, 단일 사업장 기준 25천톤CO ₂ eq/연 이상인 경우도 포함	에너지소비량이 2천TOE/연 이상인 자
권한	국토교통부장관, 시도지사	환경부장관	환경부장관	산업통상자원부장관
인센 티브	용적률, 건축물 높이, 보조금, 금융지원, 세제혜택 등	재정, 세제, 경영, 기술지원, 정보제공 등	배출권 거래를 통한 수익, 금융지원, 세제지원, 보조금 지급	금융세제상의 지원, 경제적 인센티브, 보조금 지급, 에너지관리시스템 지원, 에너지진단비용 지원, 우수사업장에 대해서는 에너지진단 면제, 진단주기 연장
페널 티	2천만원 이하 과태료 (에너지절약 계획서 미제출 등)	1천만원 이하 과태료 (온실가스 개선명령 미이행/ 감축이행계획 미제출 등)	배출권 연평균 거래가격의 3배 이하 과징금(온실가스 1톤당 10만원 이내 범위)	2천만원 이하 과태료(에너지진단 미이행), 1천만원 이하 과태료(개선명령 미이행)
기타	지역별 건축물 조항(제11조), 개별 건축물 조항(제12조)	배출권 할당 대상업체는 적용 제외	외부사업 감축량 인정	

[표 5-6] 건축물 관련 제도 해당 여부 응답결과

제도	내용	해당	모름
에너지다소비업자	「에너지이용합리화법」에 따라 연간 에너지사용량이 2천TOE 이상인 자	4.0%	7.0%
대기오염물질배출 사업장	「대기환경보전법」에 따라 대기오염배출시설 1~5종으로 분류된 사업장	5.6%	6.0%
에너지온실가스목표관리업체	「녹색성장기본법」에 따라 최근 3개년 연평균 에너지소비량이 200TJ 이상이고, 온실가스 배출량이 50천톤 이상인 업체	2.0%	7.6%
온실가스배출권할당대상업체	「온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」에 따라 지정된 배출권 할당 대상업체(최근 3개년 연평균 온실가스 배출량이 125천톤 이상인 업체 등)	2.0%	6.3%
녹색건축물/제로에너지건축물	「녹색건축물 조성 지원법」에 따라 녹색건축물 또는 제로에너지건축물로 인증받은 건물	0.3%	7.0%

[표 5-7] 건물 온실가스 관련 사업 수행 여부 응답결과

온실가스 관련 사업	해당	모름
건물 온실가스 배출현황 파악/관리(온실가스 보고서 작성, 에너지진단 수행 등)	6.0%	5.0%
태양광, 수소연료전지 등 재생에너지 설치 및 활용	2.3%	3.7%
그린 리모델링 등 건물 에너지효율 개선사업 수행(단열보강, 창호보강 등)	2.7%	6.3%
에너지 및 온실가스 관리 전담 부서(인력) 운영	3.7%	4.3%
정부 에너지절약 정책 참여(냉난방 적정온도, 피크 시 전력수요 절감 등)	53.5%	2.3%
옥상 녹화, 벽면 녹화 등 기후변화 대응 사업	3.3%	4.3%

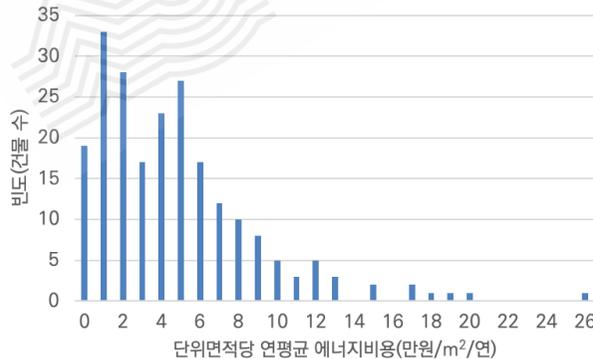
2) 에너지비용 지출

건물별 평균 에너지비용은 [표 5-8]에 제시한 바와 같다. 조사에 응답한 건물의 월평균 에너지비용은 2,605만원이었으나, 이는 대부분 연면적이 10만㎡ 이상인 대형 건물들로 인한 것이었다. 조사 대상 건물의 월평균 에너지비용 중위 값은 98만원/월이었다. 계절별로는 여름과 겨울의 에너지비용이 높았고, 봄과 가을이 낮았다. 평균적으로 에너지비용이 가장 높은 여름의 에너지비용은 에너지비용이 가장 낮은 봄의 에너지비용에 비해 42% 정도 더 높았다. 평균적으로 에너지비용은 건물의 총 관리비에 서 절반정도 차지하는 것으로 조사되었다.

[표 5-8] 건물 에너지비용 응답결과

		평균(만원/월)	중위 값(만원/월)	관리비 대비 비중 평균(%)	관리비 대비 비중 중위 값(%)
연간		2,605	98	50.4	40.0
계절별	봄	2,139	70	-	-
	여름	3,037	130	-	-
	가을	2,463	75	-	-
	겨울	2,784	125	-	-

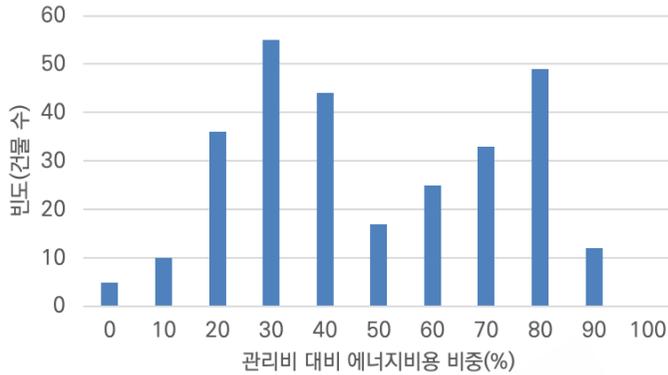
앞서 살펴보았듯이 건물의 에너지비용은 건물 규모에 따라 큰 차이를 보이기 때문에 이를 표준화하는 것이 도움될 수 있다. [그림 5-1]은 개별 건물의 단위면적당 연평균 에너지비용을 산정하고 이를 빈도 분포로 나타낸 것이다. 조사 대상 건물의 단위면적당 연평균 에너지비용은 5.2만원/m²/년이었으며, 중위 값은 4.5만원/m²/년이였다. 건물의 단위면적당 연평균 에너지비용 분포는 상대적으로 오른쪽으로 꼬리가 두껍고 긴 형태를 가지고 있다. 이는 건물별로 단위면적당 에너지비용 지출액의 편차가 크다는 것을 나타낸다. 특히 단위면적당 에너지비용이 높은 상위 10개 건물은 모두 1980년 이전에 지어진 건물들이었는데, 다른 요인이 동일할 때 에너지효율이 낮은 노후 건물의 에너지비용 지출 부담이 큰 폭으로 높아질 수 있음을 보여준다.



[그림 5-1] 건물 단위면적당 연간 에너지비용 분포

[그림 5-2]는 조사대상 건물의 관리비 대비 에너지비용 분포를 나타낸다. 에너지비용 비율 분포는 2개의 최빈값(mode)을 갖는다는 점이 특징인데, 대체로 대형 건물일수록 에너지비용 비율이 낮은 쪽에 분포하고, 소형 건물일수록 에너지비용 비율이 높은

쪽에 분포하고 있다. 사회적 측면에서 온실가스 배출관리를 위해서는 대형건물의 에너지효율 개선이 중요할 수 있으나, 에너지비용 부담 측면에서는 소형건물의 에너지 효율 개선 역시 중요하다고 할 수 있다



[그림 5-2] 관리비 대비 에너지비용 비중 분포

3_기후변화 인식

1) 기후변화 심각성

건물 이해관계자의 기후변화에 대한 인식을 확인하기 위해 [그림 5-3]과 같은 설명문을 보여주고 기후변화의 심각성에 대한 동의여부를 물었다. [표 5-9]에 나타난 바와 같이 건물주와 관리인 등 이해관계자는 기후변화 심각성에 대해 74.8%가 동의하였다(매우동의 + 대체로 동의). 동의하지 않는다는 의견(전혀 동의하지 않음 + 대체로 동의하지 않음)은 6.0%에 불과했다. 건물의 규모별로는 기후변화에 대한 인식에 다소 차이가 있었다. 연면적 500㎡를 초과하는 건물에서는 81.7%가 기후변화 심각성에 동의한 반면, 연면적 500㎡ 이하 건물에서는 68.5%만 기후변화 심각성에 동의하였다. 비록 샘플 수가 작기는 하지만(32개 건물), 연면적 5,000㎡ 이상 중대형 건물의 소유자와 관리인들은 87.5%가 기후변화 심각성에 동의하였다. 건물을 직접 사용하는 소유주(81.2%)는 임대사업을 하는 소유주(70.6%)에 비해 기후변화 심각성에 동의하는 정도가 더 높았다.



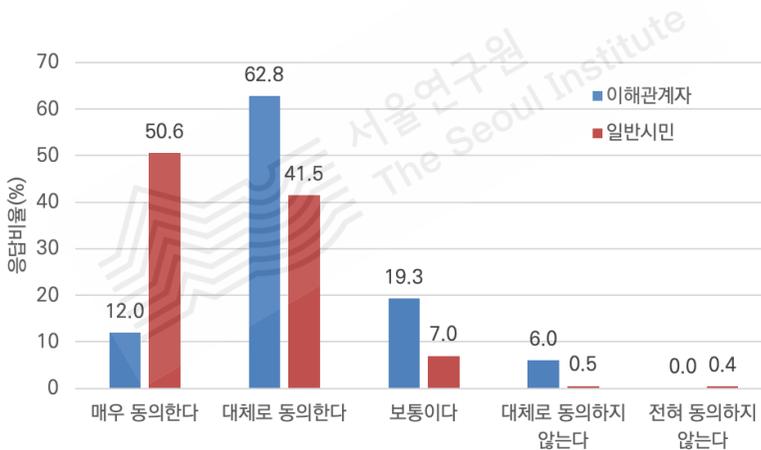
[그림 5-3] 기후변화 인식조사용 리플릿

[표 5-9] 기후변화 심각성 동의여부에 대한 응답결과

(단위: %)

		샘플 수 (명)	매우 동의한다	대체로 동의한다	보통이다	대체로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
이해관 계자	전체	301	12.0	62.8	19.3	6.0	0.0
	500㎡ 이하	159	9.4	59.1	25.2	6.3	0.0
	500㎡ 초과	142	14.8	66.9	12.7	5.6	0.0
일반시민		1200	50.6	41.5	7.0	0.5	0.4

이해관계자의 기후변화 심각성에 대한 인식이 낮다고는 할 수는 없지만, 일반시민에 비해서는 상대적으로 작은 편이다. 황인창 외(2020)가 조사한 바에 따르면, 서울시민의 92.1%는 기후변화 심각성에 동의하고 있다. 특히 이해관계자와 일반시민은 기후변화가 심각하다는 의견에 매우 동의한다는 응답의 비율에서 큰 차이를 보였다. 참고로 이번 조사에서는 일반시민과 이해관계자의 인식을 비교하기 위해 황인창 외(2020)가 사용한 설명문(그림 5-3)과 질문 문항을 동일하게 하였다.



[그림 5-4] 일반시민과 이해관계자의 기후변화 심각성 인식 비교

2) 기후변화 피해

이해관계자들이 기후변화 피해 중에서 가장 우려하고 있는 사항은 [표 5-10]에 나타난 바와 같이 슈퍼태풍이나 폭우 등 기상재해로 인한 재산손실이었으며(39.2%), 노동생산성 감소나 농작물 피해 증가 등 경제성장에 대한 부정적 영향(27.9%), 온열질환이나 전염병 확산과 같은 건강영향(24.9%)이 뒤를 이었다. 건물 규모별로 큰 차이를

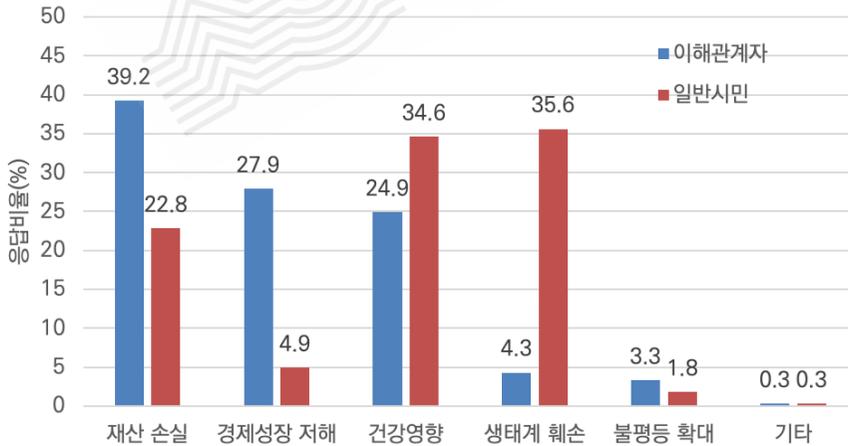
보이지는 않았는데, 연면적 500㎡ 이하 건물에서는 500㎡ 초과 건물에 비해 불평등 확대를 선택한 비율(5.7%)이 상대적으로 높았다는 점은 특징적이다. 임대사업을 하는 건물주(33.2%)는 직접 사용하는 건물주(19.7%)에 비해 상대적으로 경제성장 저하를 가장 우려하는 비율이 더 높았다.

[표 5-10] 기후변화 피해 중 가장 우려되는 사항에 대한 응답결과

(단위: %)

		샘플 수 (명)	재산 손실	경제성장 저해	건강영향	생태계 훼손	불평등 확대	기타
이해관계자	전체	301	39.2	27.9	24.9	4.3	3.3	0.3
	500㎡ 이하	159	39.0	28.3	25.8	1.3	5.7	0.0
	500㎡ 초과	142	39.4	27.5	23.9	7.7	0.7	0.7
일반시민		1200	22.8	4.9	34.6	35.6	1.8	0.3

기후변화 피해 중 가장 우려되는 사항에 대한 이해관계자들의 선택은 일반시민의 선택과 큰 차이를 보였다. 황인창 외(2020)의 조사에 따르면, 서울시민은 생태계 훼손(35.6%)과 건강영향(34.6%)을 가장 우려하고 있으며, 재산손실과 경제성장 저해에 대한 선택은 각각 22.8%와 4.9%에 그쳤다.



[그림 5-5] 기후변화 피해 중 가장 우려되는 사항에 대한 일반시민과 이해관계자 인식

3) 국제사회 기후변화 대응노력 인지와 서울시 동참 필요성

유엔기후변화협약(UNFCCC)과 기후변화도시협의체(C40) 등 국제사회는 온실가스 감축을 통해 지구평균기온 상승을 산업화 이전 대비 1.5도 혹은 2도 이내로 억제하기로 합의하였다. 이해관계자 중 57.8%는 이와 같은 사실을 모른다고 응답했는데(모른다 + 전혀 모른다), 일반시민 중 34.5%만이 이와 같은 사실을 모른다고 응답한 결과(황인창 외, 2020)와 비교할 때 상당히 큰 차이라고 할 수 있다. 1980년대 이전에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 미만인 건물의 소유주는 반대 경우보다 상대적으로 국제사회의 기후변화 대응노력을 모르는 비율이 더 높았다.

[표 5-11] 국제사회의 기후변화 대응노력 인지 여부 응답결과

(단위: %)

		샘플 수 (명)	잘 알고 있다	알고 있다	들어본 적이 있다	모른다	전혀 모른다
이해관계자	전체	301	1.7	10.0	30.6	56.1	1.7
	500㎡ 이하	159	0.0	9.4	31.4	57.2	1.9
	500㎡ 초과	142	3.5	10.6	29.6	54.9	1.4
일반시민		1200	5.3	19.6	40.6	28.0	6.5

지구 평균기온 상승을 억제하기 위해서는 상당한 양의 온실가스 배출을 감축해야 하며, 이를 위해서는 에너지소비를 큰 폭으로 줄이거나 재생 가능한 에너지를 큰 폭으로 늘려야 한다. 이러한 정책 수행에는 많은 예산이 소요될 수 있고 생활의 불편을 겪을 수도 있다. 이러한 상황에서 서울시도 국제사회의 노력에 동참해야 한다고 생각하는지 물었을 때 이해관계자 중 25.9%는 동참해야 한다고 응답했으며, 동참할 필요가 없다고 응답한 비율은 15.6%였다. 황인창 외(2020)의 조사에서는 일반시민 중 72.8%가 국제사회의 노력에 서울시도 동참해야 한다고 응답하였으며, 동참할 필요가 없다는 응답은 2.3%에 그쳤던 것과 비교하면 인식 차이가 큼을 알 수 있다. 건물주가 직접 사용하는 건물, 1990년대 이후에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 이상인 건물의 소유주는 상대적으로 서울시가 국제사회의 기후변화 대응노력에 동참해야 한다고 응답한 비율이 더 높았다.

[표 5-12] 국제사회의 기후변화 대응노력에 대한 서울시 동참 필요성 응답결과

(단위: %)

		샘플 수 (명)	동참해야 한다	판단할 수 없다	동참할 필요 없다
이해관계자	전체	301	25.9	58.5	15.6
	500㎡ 이하	159	20.8	62.9	16.4
	500㎡ 초과	142	31.7	53.5	14.8
일반시민		1200	72.8	24.9	2.3

서울시가 국제사회의 온실가스 감축 노력에 동참해야 하는 이유로는 [표 5-13]에 나타난 바와 같이 기후변화 문제의 심각성(기후변화 문제를 해결하기 위해서는 서울시도 동참해야 함)이 46.2%로 가장 높았고, 온실가스 감축을 통한 사회경제적 편익(대기질 개선을 통한 건강영향 개선, 신산업 투자를 통한 일자리 창출 등 경제적 파급효과 등)이 29.5%로 다음 순위였다. 일반시민에 비해서는 사회경제적 편익에 대한 선택 비중이 높았으며, 기후변화문제의 심각성에 대한 선택 비중은 낮았다.

[표 5-13] 국제사회의 기후변화 대응노력 동참 동의 이유 응답결과

(단위: %)

		샘플 수(명)	기후변화 문제의 심각성	사회경제적 편익	국제사회 일원으로서 합의 준수 의무	서울의 온실가스 감축 책임	기타
이해관계자	전체	78	46.2	29.5	14.1	10.3	0.0
	500㎡ 이하	33	24.2	51.5	15.2	9.1	0.0
	500㎡ 초과	45	62.2	13.3	13.3	11.1	0.0
일반시민		874	63.3	10.2	11.0	15.4	0.1

서울시가 국제사회의 온실가스 감축 노력에 동참하는 것에 동의하지 않는 이유로는 [표 5-14]에 나타난 바와 같이 낮은 우선순위(기후변화보다 더 중요하고 시급히 해결해야 할 문제들이 많아서)와 정책소요비용(기후변화 정책을 수행하는 데 소요되는 예산이 너무 클 것 같아서, 지방세 등 세금 부담)이 각각 34.0%와 31.9%를 차지하였다. 국제사회에 대한 신뢰부족(다른 나라가 합의한 바를 이행한다는 것을 신뢰할 수 없어서, 국제사회가 함께 노력하지 않는 한 서울의 노력만으로 기후변화 문제를 해결할 수 없기 때문에)이 27.7%로 다음 순위였다. 일반시민에 비해서는 정책소요비용과 국제사회 신뢰부족에 대한 선택 비중이 높았으며, 기후변화문제의 낮은 우선순위, 기후변화에 대한 서울의 책임이 크지 않아서, 기후변화에 대한 무관심, 기후변화 심각성에 대한 비동의 등에 대한 선택 비중은 낮았다.

[표 5-14] 국제사회의 기후변화 대응 노력 동참 비동의 이유 응답결과

(단위: %)

		샘플 수(명)	낮은 우선 순위	정책 소요 비용	국제 사회 신뢰 부족	서울의 책임 낮아서	기후 변화에 관심이 없어서	기후 변화 심각성 비동의
이해관계자	전체	47	34.0	31.9	27.7	4.3	2.1	0.0
	500㎡ 이하	26	50.0	15.4	30.8	3.8	0.0	0.0
	500㎡ 초과	21	14.3	52.4	23.8	4.8	4.8	0.0
일반시민		27	63.3	10.2	11.0	15.4	16.4	17.4

4) 서울시 온실가스 감축목표 평가

서울시는 2050년까지 온실가스 순 배출량을 0(넷 제로)으로 만들기 위한 목표(탄소중립)를 수립하고 관련 정책을 시행하고 있다. 이를 위해 건물부문에서는 온실가스 배출량을 2050년까지 2005년 대비 80% 줄어야 한다(황인창 외, 2020). 이와 같은 서울시의 감축목표에 대해 이해관계자 26.0%는 충분하다고 평가하고 있으며(매우 충분 + 대체로 충분), 23.7%는 부족하다고 평가하고 있다(대체로 부족 + 매우 부족).

[표 5-15] 서울시 온실가스 감축목표에 대한 평가 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	매우 충분하다	대체로 충분하다	보통이다	대체로 부족하다	매우 부족하다
전체	301	1.7	24.3	50.5	22.6	1.0
500㎡ 이하	159	0.0	18.9	50.9	28.9	1.3
500㎡ 초과	142	3.5	30.3	50.0	15.5	0.7

5) 건물 온실가스 감축 노력 동참 의사와 방법

이해관계자의 35.6%는 서울시의 온실가스 감축 노력에 동참하겠다는 의사를 표현했으며(적극적 동참 + 대체로 동참), 동참하지 않겠다는 의사는 27.6%였다(대체로 비동참 + 전혀 비동참). 건물규모별로는 연면적 500㎡를 초과하는 건물에서는 33.8%가 동참의사를 표현했으며, 500㎡ 이하 건물에서는 동참의사가 18.9%에 그쳤다. 건물주가 직접 사용하는 건물, 1990년대 이후에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 이상인 건물의 소유주는 상대적으로 서울시의 온실가스 감축 노력에 동참하겠다고 응답한 비율이 반대 경우보다 더 높았다.

[표 5-16] 서울시 온실가스 감축노력에 대한 동참의향 응답결과

(단위: %)

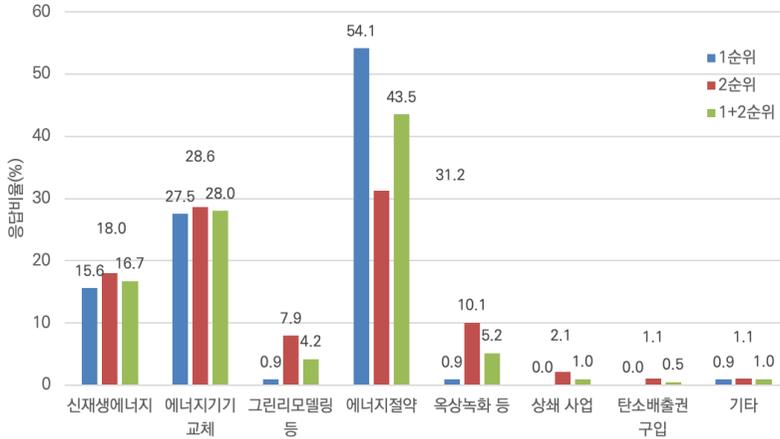
	샘플 수 (명)	적극적으로 동참하겠다	대체로 동참하겠다	보통이다	대체로 동참하지 않겠다	전혀 동참하지 않겠다
전체	301	3.7	31.9	36.9	27.6	0.0
500㎡ 이하	159	0.6	28.3	32.1	39.0	0.0
500㎡ 초과	142	7.0	35.9	42.3	14.8	0.0

온실가스 감축 노력에 동참하겠다고 응답하거나 보통이라고 응답한 건물(72.4%)에서는 온실가스 감축 노력에 동참하는 방법에 대한 우선순위를 조사하였다. 절반 이상(54.1%)의 건물에서는 1순위로 에너지절약 실천을 선택했으며, 노후한 에너지 이용 기기나 설비 교체(27.5%), 태양광과 수소연료전지 등 신재생에너지 설비 설치(15.6%) 순으로 선택하였다. 500㎡ 이하 건물에서는 상대적으로 에너지절약 실천을 선택한 비중이 높았으며, 500㎡ 초과 건물에서는 상대적으로 에너지이용 기기나 설비 교체를 선택한 비중이 높았다. 옥상녹화와 벽면녹화 등 기후변화 대응 사업, 그린 리모델링 사업 등을 통한 건물 에너지효율 개선(BRP 등)은 1순위로 선택하는 비중이 거의 없었으나, 2순위로 선택하는 비중은 각각 10.1%와 7.9%였다. 온실가스 상쇄 사업(지역 내 다른 건물이나 부지 등 관리 건물 이외 공간에서의 온실가스 감축사업 수행)이나 거래시장에서의 탄소배출권 구입을 우선순위로 선택한 건물은 1% 내외로 극히 낮았다.

[표 5-17] 온실가스 감축노력 동참방법 우선순위 응답결과(1순위)

(단위: %)

	샘플 수	에너지 절약	에너지 기기 교체	신재생 에너지 설치	옥상녹화 등	그린리 모델링 등	상쇄 사업	탄소배출권 구입	기타
전체	218	54.1	27.5	15.6	0.9	0.9	0.0	0.0	0.9
500㎡ 이하	97	64.9	14.4	18.6	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
500㎡ 초과	121	45.5	38.0	13.2	0.0	0.8	0.0	0.0	1.7



[그림 5-6] 온실가스 감축노력 동참방법 우선순위 응답결과(2순위 포함)

4_정책 수용성

1) 제로에너지건축 계획

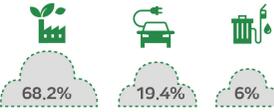
서울시는 2020년 그린뉴딜을 통한 탄소중립 계획을 발표하였다. 탄소중립을 달성하기 위한 건물부분의 핵심정책은 [그림 5-7]에 나타난 것처럼 제로에너지건축 계획과 건물 온실가스 총량제이다. 건물 소유자와 관리인 등 이해관계자에게 [그림 5-7]을 활용해 제도에 관한 설명을 먼저 하고, 제도에 대한 수용성과 수요를 조사하였다. 제로에너지건축 계획과 관련하여 이해관계자들의 수용성은 낮은 편이었다. [표 5-18]에 나타난 것처럼 제도에 대해 동의하는 응답은 22.6%(매우 동의 + 대체로 동의) 반대하는 응답 47.5%에 비해 크게 낮았다(매우 비동의 + 대체로 비동의). 건물 연면적이 500㎡를 초과하는 건물이 제로에너지건축 계획에 동의하는 비율은 31.7%로 500㎡ 이하인 건물의 찬성률(13.8%)보다 더 높았다. 건물을 직접 사용하는 건물주는 제로에너지건축 계획에 동의한다고 응답한 비율이(35.9%) 동의하지 않는 비율(26.5%)보다 더 높았다. 또한 1990년대 이후에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 이상인 건물의 소유주는 상대적으로 서울시의 온실가스 감축노력에 동참하겠다고 응답한 비율이 반대 유형의 건물 소유주보다 더 높았다.

서울시 '서울판 그린뉴딜'을 통한 2050년 '탄소배출 제로' 도시 계획

2020년 7월 서울시는 2022년까지 2조6천억을 투입하여 대대적인 '그린뉴딜' 정책을 추진할 계획을 발표하였습니다. '서울판 그린뉴딜' 전략은 건물, 수송, 도시숲, 신재생에너지, 자원순환 5대 분야에 집중하여 기후위기에 대응하고, 사람·자연·미래가 공존하는 살기 좋은 지속가능한 도시를 만드는 데 목적을 하고 있습니다.

핵심사업

서울지역 온실가스 배출의 약 94%를 차지하며 3대 주범으로 꼽히는 건물(68.2%), 수송(19.4%), 폐기물(6%)로 인한 배출을 선제적으로 줄일 계획



건물 부문 추진 사업

건물 부문에서는 모든 건물을 에너지 효율이 높은 그린 건물로 바꾸는 체질개선을 본격화 할 예정

추진사업

- 1) 노후공공건물 그린 리모델링,
- 2) 노후 저층주거지 '서울가꿈주택' 그린화,
- 3) '건물온실가스총량제' 도입,
- 4) 민간건물 '제로에너지건축(ZEB)' 의무화 단계적 도입,
- 5) 건축물 에너지효율등급인증 의무화 추진(2023년),
- 6) 부동산거래시 건축물 에너지 평가서 첨부 의무화(2022년) 등

건물 온실가스 총량제 로드맵(안)



건물 온실가스 총량제: 건물의 온실가스 배출을 줄이기 위해 건물별 배출허용 총량을 설정·관리하는 제도. 2021년 서울시 소유 공공건물(연면적 1천㎡ 이상)을 대상으로 시범운영하고, 관련법 개정을 통해 2022년부터는 에너지다소비사업장 연간 에너지소비량 2천TOE 이상 사업장을 시작으로 민간 분야로 확대할 예정

공공건물

1단계 (<21년~)	2단계 (<22년~)	3단계 (<23년~)
시 소유 연면적 1천㎡ 이상 시범사업(61개)	시 소유 연면적 1천㎡ 이상 401개	투출기관, 자치구 포함 단계적 확대

민간건물

1단계 (<22년~)	2단계 (<23년~)
에너지다소비사업장 328개	연면적1만㎡ 이상 우선 시행후 단계적 확대

서울시 민간 건물 ZEB 로드맵(안)



제로에너지건축: 서울시에서는 2020년부터 공공건물에 도입이 의무화된 '제로에너지건축(ZEB)'을 2023년부터는 민간 건물로 확대할 예정(신축 및 개보수 건물에 적용). '제로에너지건축' 시공에 따른 사업자 부담을 줄이기 위해 용적률 인센티브, 취득세·재산세 등 감면 확대를 정부에 건의할 예정.

*정선은 국가 로드맵



제로에너지빌딩

단열성능을 극대화하여 건물 외피를 통해 외부로 유출되는 에너지를 최소화하고 신재생 에너지를 활용하여 건물기능에 필요한 에너지를 자체적으로 공급하는

'에너지 자립 건축물'이라고 할 수 있습니다.

('녹색건축물 조성 지원법 제2조, "제로에너지건축물"이란 건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물을 말한다)



[그림 5-7] 정책수용성 조사용 리플릿

[표 5-18] 서울시 제로에너지건축 계획에 대한 동의여부 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	매우 동의한다	대체로 동의한다	보통이다	대체로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
전체	301	2.7	19.6	30.2	45.5	2.0
500㎡ 이하	159	0.0	13.8	36.5	47.2	2.5
500㎡ 초과	142	5.6	26.1	23.2	43.7	1.4

제도에 대해 동의하지 않는 응답자를 대상으로 이유를 살펴본 결과, 대부분은 제로에너지건축계획의 온실가스 감축 효과가 작을 것으로 생각하거나(37.1%), 제로에너지건축을 위한 이행비용이 부담되어 제도에 대해 동의하지 않고 있었다(37.1%).

[표 5-19] 서울시 제로에너지건축 계획에 대한 비동의 이유 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	온실가스감 축에 큰 역할 하지 않을 것 같아서	제로에너지 건축 이행을 위한 비용이 너무 많이 들어서	이미 많은 환경관련 규제수단을 적용받고 있어서	기후변화의 심각성에 동의하지 않아서	기타
전체	143	37.1	37.1	14.7	11.2	0.0
500㎡ 이하	79	34.2	34.2	17.7	13.9	0.0
500㎡ 초과	64	40.6	40.6	10.9	7.8	0.0

2) 건물 온실가스 총량제

건물 온실가스 총량제와 관련하여 이해관계자들의 수용성 역시 낮은 편이었다. 다만 건물 온실가스 총량제에 대해 동의하지 않는 비율은 제로에너지건축 계획에 비해서는 다소 낮았다. [표 5-20]에 나타난 것처럼 제도에 대해 동의하는 응답은 23.6%로(매우 동의 + 대체로 동의) 반대하는 응답 35.9%에 비해 낮았다(매우 비동의 + 대체로 비동의). 건물 연면적이 500㎡를 초과하는 건물이 제로에너지건축 계획에 동의하는 비율은 30.3%로 500㎡ 이하인 건물의 찬성률(17.6%)보다 더 높았다. 건물을 직접 사용하는 건물주는 건물 온실가스 총량제에 동의한다고 응답한 비율이(34.2%) 동의하지 않는 비율(26.5%)보다 더 높았다.

[표 5-20] 서울시 건물 온실가스 총량제에 대한 동의여부 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	매우 동의한다	대체로 동의한다	보통이다	대체로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
전체	301	2.0	21.6	40.5	34.6	1.3
500㎡ 이하	159	0.0	17.6	40.3	40.9	1.3
500㎡ 초과	142	4.2	26.1	40.8	27.5	1.4

제도에 대해 동의하지 않는 응답자를 대상으로 이유를 살펴본 결과, 대부분은 건물 온실가스 총량관리를 위한 비용이 부담되거나(46.3%), 온실가스 총량제의 온실가스 감축 효과가 작을 것으로 생각하기 때문이었다(35.2%).

[표 5-21] 서울시 건물 온실가스 총량제에 대한 비동의 이유 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	온실가스 총량 관리를 위한 비용이 너무 많이 들어서	온실가스 감축에 큰 역할을 하지 않을 것 같아서	이미 많은 환경관련 규제수단을 적용받고 있어서	기후변화의 심각성에 동의하지 않아서	기타
전체	108	46.3	35.2	13.0	5.6	0.0
500㎡ 이하	67	44.8	37.3	11.9	6.0	0.0
500㎡ 초과	41	48.8	31.7	14.6	4.9	0.0

건물 온실가스 총량제가 도입된다고 할 때 총량목표 설정방식으로는 자발적 감축목표 설정 방식(건물이 자체적으로 정한 온실가스 감축목표 적용)을 선호한다고 응답한 비율이 44.2%로 가장 높았다. 건물 소유자와 관리인의 입장에서는 가장 부담이 덜한 방식일 수 있기에 이해할 수 있는 결과이다. 모든 건물에 동일한 감축목표를 부여하는 방안(예를 들어, 모든 건물은 2030년까지 기준년도 대비 온실가스 배출량 40% 감축)과 건물의 용도와 규모별로 온실가스 배출 현황을 고려해 각기 다른 감축목표를 적용하는 방안에 대한 선호는 28% 내외로 큰 차이가 없었다. 개별 건물의 입장에서는 해당 건물의 특성을 반영해 개별적인 감축목표를 설정하는 방식이 더 유리할 수도 있지만, 형평성과 공정성에 대한 우려로 인해 차라리 모든 건물에 동일한 감축목표를 적용하는 방식을 선호하는 응답도 반영된 것이라고 추정할 수 있다. 또한 건물별 특성을 반영하여 목표를 설정하면 제도가 복잡해질 수 있는데 복잡한 제도에 대한 피로감도 어느 정도 반영되었을 것으로 추정된다. 규모별로는 건물 연면적이 500㎡를 초과하

는 건물에서는 500㎡ 이하인 건물에 비해 상대적으로 건물의 특성을 반영해 개별적인 목표를 설정하는 방식에 대한 선호율이 더 높았다. 1990년대 이후에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 이상인 건물의 소유주는 상대적으로 건물 용도와 규모별 배출특성을 고려해 감축목표를 설정하는 방식에 대한 선호율이 반대 유형의 건물 소유주보다 더 높았다.

[표 5-22] 건물 온실가스 총량목표 설정방식 선호도 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	자발적 감축 목표	모든 건물에 동일한 감축 목표	용도/규모별 배출특성 고려 감축 목표	기타
전체	301	44.2	28.2	27.6	0.0
500㎡ 이하	159	49.1	29.6	21.4	0.0
500㎡ 초과	142	38.7	26.8	34.5	0.0

건물 온실가스 총량제가 도입된다고 할 때 감축목표를 달성하지 못한 건물에 대한 페널티 부과 방식으로는 대부분 배출권거래(목표보다 더 많이 감축한 건물은 다른 건물에게 초과분을 판매할 수 있고, 목표보다 덜 감축한 건물은 다른 건물에서 부족분을 구입할 수 있도록 허용) 방식(46.2%)과 탄소세 부과(감축 목표를 달성하지 못한 건물에게는 온실가스 초과 배출량에 대해 1kg당 요율을 정해 탄소세 부과) 방식(40.2%)을 선호하였다. 감축 목표를 달성하지 못한 건물에 대한 행정조치나 과태료 부과 등 명령통제방식에 대한 선호율은 11.6%로 낮았다. 건물 연면적이 500㎡를 초과하는 건물에서는 500㎡ 이하인 건물에 비해 상대적으로 배출권 거래방식에 대한 선호율이 더 높았다. 1990년대 이후에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 이상인 건물의 소유주는 배출권거래 방식을 활용하는 방안에 대한 선호율이 50% 이상으로 높았다.

[표 5-23] 건물 온실가스 총량제 페널티 방식 선호도 응답결과

(단위: %)

	샘플 수 (명)	배출권 거래 방식 적용	온실가스 초과 배출량에 대해 탄소세 부과	감축목표 미달성 건물에 대한 행정조치/ 과태료	기타
전체	301	46.2	40.2	11.6	2.0
500㎡ 이하	159	44.7	42.1	13.2	0.0
500㎡ 초과	142	47.9	38.0	9.9	4.2

3) 인센티브

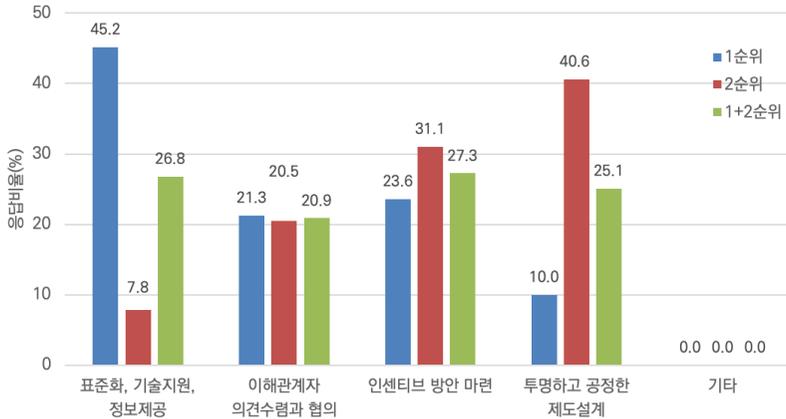
서울시가 제로에너지건축, 건물 온실가스 총량제 등 건물부문 온실가스 감축정책을 본격적으로 시행하기에 앞서 먼저 이루어져야 할 것으로 응답자들은 [표 5-24]에 제시한 바와 같이 건물 온실가스 감축 관련 제품과 기술에 대한 표준화, 기술지원, 정보제공을 1순위로 가장 많이 선택하였다(45.2%). 다음으로 건물 관련 이해관계자 의견수렴과 협의(공청회, 민관협의체 등), 금융지원 등 온실가스 감축 사업 인센티브 방안 마련을 1순위로 선택한 비율은 각각 23.6%와 21.3%였다. 투명하고 공정한 제도설계(정확한 온실가스 배출 정보 시스템 구축, 공정한 상벌체계 확립 등)를 1순위로 선택한 비율은 10.0%였다. 규모별로는 건물 연면적이 500㎡를 초과하는 건물에서는 500㎡ 이하인 건물에 비해 상대적으로 이해관계자 의견수렴과 투명하고 공정한 제도설계를 선호한 비율이 높았다. 건물 연면적이 500㎡ 이하인 건물에서는 500㎡를 초과하는 건물에 비해 상대적으로 기술지원과 정보제공, 인센티브 방안마련에 대한 선호율이 높았다. 건물주가 직접 사용하는 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 미만인 건물의 소유주는 이해관계자 협의보다는 기술지원이나 인센티브 방안과 같이 건물에 대한 직접적인 지원책을 먼저 만들어야 한다고 응답한 비율이 상대적으로 더 높았다.

[표 5-24] 건물 온실가스 감축정책 시행 전 선행되어야 할 것 응답결과(1순위)

(단위: %)

	샘플 수 (명)	표준화, 기술지원, 정보제공	이해관계자 의견수렴과 협의	인센티브 방안 마련	투명하고 공정한 제도설계	기타
전체	301	45.2	23.6	21.3	10.0	0.0
500㎡ 이하	159	47.2	21.4	23.3	8.2	0.0
500㎡ 초과	142	43.0	26.1	19.0	12.0	0.0

2순위로는 투명하고 공정한 제도설계를 선택한 비율이 40.6%로 가장 높았고, 다음으로는 인센티브 방안 마련을 선택한 비율이 31.1%로 높았다. 1~2순위를 모두 포함하면 표본오차를 고려할 때 선택지별 우선순위는 유의미한 차이를 나타낸다고 보기는 어려운데, 이는 이해관계자들에게 모든 선택지들이 유사하게 중요함을 의미한다고 볼 수 있다.



[그림 5-8] 건물 온실가스 감축정책 시행 전 선행되어야 할 것 응답결과(2순위 포함)

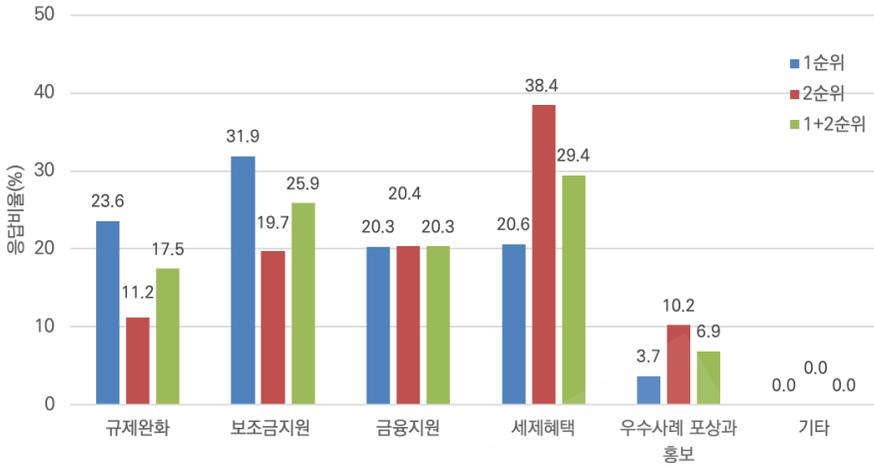
건물 온실가스 감축사업에 대한 인센티브 선호도에서는 신재생에너지 설치, 그린리모텔링 등 온실가스 감축 사업에 대한 보조금 지원을 1순위로 가장 많이 선택하였다(31.9%). 건축물 관련 규제 완화(용적률, 건축물 높이, 기부채납 부담률 등), 세제혜택(소득세, 법인세, 취득세, 재산세, 등록세 등), 금융 지원(저금리 금융상품 마련, 주택도시기금 대출한도 확대, 신용보증 등)을 1순위로 선택한 비율은 각각 23.6%, 20.6%, 20.3%였다. 온실가스 감축 우수사례에 대한 포상과 적극적 홍보를 1순위로 선택한 비율은 3.7%에 그쳤다. 규모별로는 건물 연면적이 500㎡를 초과하는 건물에서는 500㎡ 이하인 건물에 비해 상대적으로 보조금 지원과 우수사례 포상과 홍보를 선호한 비율이 높았다. 건물 연면적이 500㎡ 이하인 건물에서는 500㎡를 초과하는 건물에 비해 상대적으로 건축물 규제완화와 금융지원에 대한 선호율이 높았다. 건물주가 직접 사용하는 건물, 1990년대 이후에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 이상인 건물의 소유주는 세제혜택을 선택한 비율이 반대 유형의 건물주보다 상대적으로 더 많았다.

[표 5-25] 건물 온실가스 감축 사업 인센티브 선호 응답결과(1순위)

(단위: %)

	샘플 수 (명)	보조금 지원	건축물 규제 완화	세제혜택	금융 지원	우수사례 포상과 홍보	기타
전체	301	31.9	23.6	20.6	20.3	3.7	0.0
500㎡ 이하	159	25.8	26.4	19.5	26.4	1.9	0.0
500㎡ 초과	142	38.7	20.4	21.8	13.4	5.6	0.0

2순위로는 세제혜택을 선택한 비율이 38.4%로 가장 높았고, 다음으로는 금융지원과 보조금 지원을 선택한 비율이 각각 20% 내외로 높았다. 1~2순위를 모두 포함하면 세제혜택, 보조금 지원, 금융지원, 규제완화 순으로 선호하는 비율이 높았다.



[그림 5-9] 건물 온실가스 감축 사업 인센티브 선호 응답결과(2순위 포함)

4) 온실가스 감축사업 영향

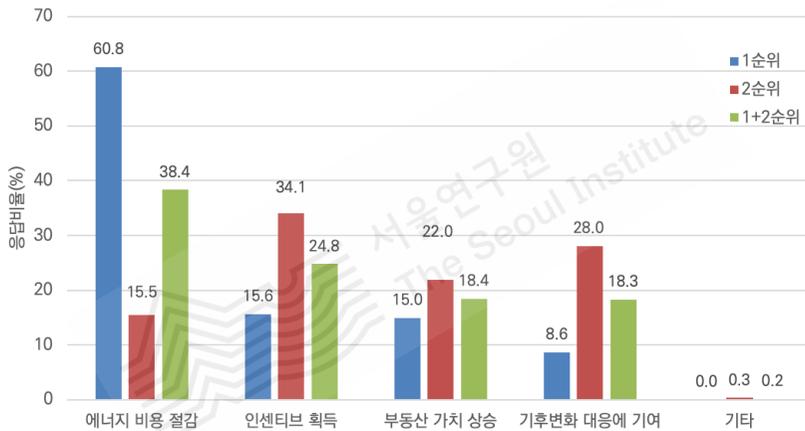
건물 온실가스 감축 사업에 따라 예상되는 긍정적인 영향으로는 에너지효율 향상으로 인한 에너지비용 절감을 1순위로 선택한 비율이 60.8%로 가장 높았다. 다음으로 녹색건축물인증 등을 통한 정부와 지자체 인센티브 획득, 건물 이미지 향상으로 인한 부동산 가치 상승(친환경 건물)을 1순위로 선택한 비율은 15% 내외였다. 온실가스 감축을 통한 기후변화 대응에 기여를 선택한 비율은 8.6%였다. 규모별로는 건물 연면적이 500㎡를 초과하는 건물에서는 500㎡ 이하인 건물에 비해 상대적으로 에너지비용 절감과 기후변화 대응 기여를 선택한 비율이 높았다. 건물 연면적이 500㎡ 이하인 건물에서는 500㎡를 초과하는 건물에 비해 상대적으로 인센티브 획득과 부동산가치 상승을 선택한 비율이 높았다.

[표 5-26] 건물 온실가스 감축사업에 따른 긍정적인 영향 응답결과(1순위)

(단위: %)

	샘플 수 (명)	에너지 비용 절감	인센티브 획득	부동산 가치 상승	기후변화 대응에 기여	기타
전체	301	60.8	15.6	15.0	8.6	0.0
500㎡ 이하	159	59.7	17.0	18.2	5.0	0.0
500㎡ 초과	142	62.0	14.1	11.3	12.7	0.0

2순위로는 인센티브 획득을 선택한 비율이 34.1%로 가장 높았고, 기후변화 대응 기여(28.0%), 부동산가치 상승(22.0%), 에너지비용 절감(15.5%) 순이었다. 1~2순위를 모두 포함하면 이해관계자들은 에너지비용 절감과 인센티브 획득을 건물 온실가스 감축 사업의 긍정적 영향으로 기대한다고 볼 수 있다.



[그림 5-10] 건물 온실가스 감축사업에 따른 긍정적인 영향 응답결과(2순위 포함)

건물 온실가스 감축 사업에 따라 예상되는 부정적인 영향으로는 건물 온실가스 감축을 위해 소요되는 추가적인 비용(경제적 손실)을 1순위로 선택한 비율이 44.5%로 가장 높았다. 전담인원 배치 등 건물 온실가스 배출 관리 등을 위한 추가적인 업무 부담을 선택한 비율이 29.2%로 다음으로 높았으며, 건물 실사용자(입주자)와의 갈등, 건물 공사(에너지이용설비 교체, 신재생에너지 설비 설치, 그린리모델링 등)에 따른 번거로움을 선택한 비율은 각각 13.6%와 12.6%였다. 규모별로는 건물 연면적이 500㎡를 초과하는 건물에서는 500㎡ 이하인 건물에 비해 상대적으로 건물 실사용자와의 갈등을 선택한 비율이 특히 높았다. 건물 연면적이 500㎡ 이하인 건물에서는 500㎡

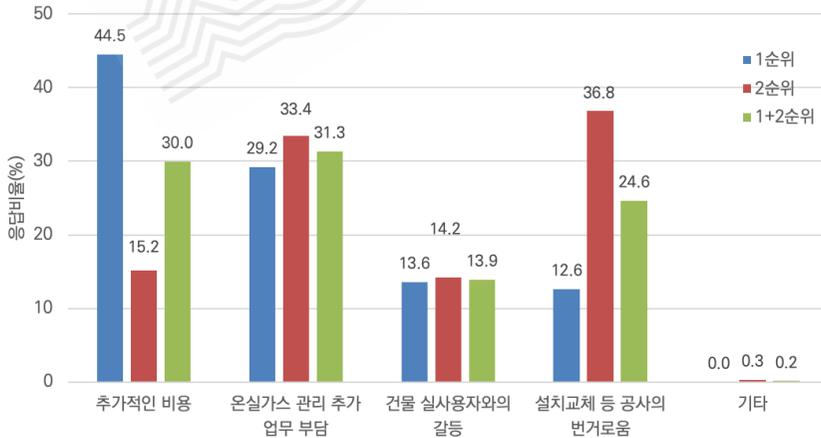
를 초과하는 건물에 비해 상대적으로 추가적인 비용과 업무부담을 선택한 비율이 높았다. 건물주가 직접 사용하는 건물과 1990년대 이전에 지어진 건물의 소유주 중에서는 추가적인 비용을 1순위로 선택한 비율이 반대 유형의 건물 소유주에 비해 더 높았다. 임대사업자, 1990년대 이후에 지어진 건물, 월평균 에너지비용이 1,000만원 이상인 건물의 소유주는 건물 실사용자와의 갈등을 1순위로 선택한 비율이 17~20%로 상대적으로 높았다.

2순위로는 설비교체 등 공사로 인한 번거로움, 온실가스 관리를 위한 추가 업무부담을 선택한 비율이 각각 36.8%, 33.4%로 높았다. 1~2순위를 모두 포함하면 이해관계자들은 건물 온실가스 감축사업을 위해 소요되는 추가적인 비용과 업무부담을 가장 우려하고 있다고 볼 수 있다.

[표 5-27] 건물 온실가스 감축사업에 따른 부정적인 영향 응답결과(1순위)

(단위: %)

	샘플 수 (명)	추가적인 비용	온실가스 관리 추가 업무 부담	건물 실사용자와의 갈등	설비교체 등 공사 번거로움	기타
전체	301	44.5	29.2	13.6	12.6	0.0
500㎡ 이하	159	47.8	34.0	6.3	11.9	0.0
500㎡ 초과	142	40.8	23.9	21.8	13.4	0.0



[그림 5-11] 건물 온실가스 감축사업에 따른 부정적인 영향 응답결과(2순위 포함)

서울시의 건물부문 온실가스 감축 정책 도입에 따른 영향을 종합적으로 검토해봤을 때 부정적인 영향이 더 클 것이라고 응답한 비율은 47.2%로 긍정적인 영향이 더 클 것이라고 응답한 비율(17.6%)에 비해 더 높았다. 건물을 직접 사용하는 건물 소유주와 1990년대 이후에 지어진 건물의 소유주는 긍정적인 영향이 더 클 것이라고 답변하는 비율이 각각 29.9%와 24.3%로 임대사업자와 1980년 이전 건물 소유주에 비해 건물 온실가스 감축정책의 긍정적인 측면을 더 높게 평가하였다.

[표 5-28] 건물 온실가스 감축정책 도입에 따른 영향 종합판단 응답결과

(단위: %)

		샘플 수 (명)	긍정적 영향이 더 클 것이다	부정적 영향이 더 클 것이다	긍정적이지도, 부정적이지도 않을 것이다
전체		301	17.6	47.2	35.2
연면적	500㎡ 이하	159	16.4	47.8	35.8
	500㎡ 초과	142	19.0	46.5	34.5



06

경제적 수단 도입 방안



1_건물부문

2_수송부문

06. 경제적 수단 도입 방안

1_건물부문

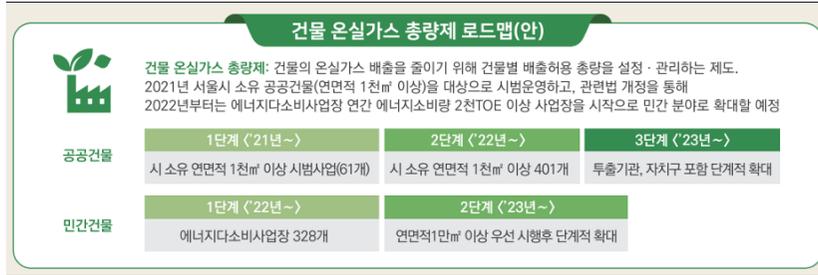
1) 기본방향

건물부문에서는 단기적으로는 도교와 뉴욕 등에서 성공적으로 시행하고 있거나 도입할 예정인 건물 온실가스 총량제를 서울시에도 도입하되, 제도가 효율적으로 운영될 수 있도록 상업과 공공 등 비주거용 건물 중에서 중대형 건물을 대상으로 하여 벤치마크방식의 온실가스 총량제를 도입하는 것을 제안한다. 총량 할당량을 달성하지 못한 건물에게는 초과 배출한 온실가스 양에 비례해 부담금을 부과하는 방법을 사용할 필요가 있다. 중장기적으로는 총량할당 건물을 단계적으로 확대하되 배출권거래방식을 적용하여 건물 온실가스 총량제를 운영하고(2026년 이후), 건물 온실가스 총량제 대상에 포함되지 않는 소규모 건물에 대해서는 탄소세를 도입하는 방안(2030년 이후)을 제안한다. 건물 온실가스 총량제는 직접적으로는 건물에서 배출되는 온실가스를 대상으로 하지만, 총량제를 통해 화석연료 소비가 줄어드는 만큼 미세먼지 저감효과도 기대할 수 있다. 건물 온실가스 총량제는 개별 건물이 배출할 수 있는 온실가스의 총량을 정하는 것인 만큼 온실가스 감축효과는 분명하게 산정될 수 있지만, 어떤 에너지원을 줄여서 총량 목표를 달성할 지는 개별건물의 소유주와 이해당사자가 정하도록 자율성을 부여한다. 따라서 개별 건물의 선택에 따라 미세먼지 배출량은 달라질 수 있다.

2) 단기 도입방안

시기별 도입방안을 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다. 서울시는 2020년 7월에 그린뉴딜을 통한 서울시 탄소중립 전략을 발표한 바 있다(서울시, 2020). 이에 따르면

서울시는 [그림 6-1]에 제시한 바와 같이 2021년부터 공공부문을 시작으로 건물 온실가스 총량제를 도입할 예정이다. 민간건물에 대해서는 2022년부터 단계적으로 대상을 확대해나갈 예정인데, 아직 구체적인 도입방안은 마련되어 있지 않다.



[그림 6-1] 서울시 건물 온실가스 총량제 로드맵

이 연구에서는 온실가스 총량설정과 관련하여 건물 용도를 고려해 온실가스 배출원단위를 분석하고, 유형별로 연차별 온실가스 감축목표를 제시하는 벤치마크 방식을 활용할 것을 제안한다. 국내외에서 많이 활용하고 있는 배출량 할당 방식에는 크게 무상 할당 방식으로서 그랜드파더링 방식과 벤치마크 방식, 유상할당 방식으로서 경매 방식이 있다. 벤치마크 방식은 유상할당 방식에 비해 초기 도입을 위한 수용성이 높고, 그랜드파더링 방식에 비해 건물 특성을 반영해 목표를 부여하기 용이하며, 기존에 에너지효율개선에 투자를 많이 한 건물에게 유리한 방식이다. 그랜드파더링 방식도 무상할당이지만, 도료의 경우에서처럼 기준연도 배출량에 대비한 감축률을 모든 건물에 동일하게 적용한다면 이미 온실가스 배출원단위가 낮은 건물에게는 과도한 부담이 될 수 있다. 잘 알려져 있듯이 온실가스 감축량이 일정 수준 이상 도달한 건물에서는 한 단위 더 온실가스를 감축하는 데 소요되는 비용(한계감축비용)이 훨씬 높기 때문이다. 이 경우 모든 건물에 동일한 감축률을 적용하면, 그동안 자발적으로 온실가스 배출을 줄여온 건물에게는 오히려 페널티를 부과하는 것과 같다.

벤치마크 방식을 사용하기 위해서는 먼저 개별 건물의 배출원단위를 산정하고, 건물 용도별로 이를 빈도분포로 나타낼 수 있어야 한다. 건물 용도는 건축물 대장의 분류를 기본으로 할 수 있다. 용도별 빈도분포와 배출원단위 통계 값(평균, 중앙, 4분위 등) 등을 기초로 유사한 특징을 보이는 용도별로 건물을 유형화할 수 있다. 배출원단위로 는 뉴욕에서 사용하고 있는 것처럼 단위면적당 연간 온실가스 배출량을 사용할 것을

제안한다. 단위면적 정보는 다른 정보에 비해 건축물 대장 등을 통해 비교적 쉽게 구할 수 있으며, 연도에 따라 크게 변하지 않는 값이기에 사용하기에 적합하다. 냉난방도일 등 기상조건이나 근무인원 등은 에너지소비에 큰 영향을 미치는 요소이지만, 이를 활용해 원단위를 산정하는 것은 자료의 한계 등으로 현실적으로 어렵고, 산정한다고 하더라도 매년 변하는 값이기에 제도가 필요 이상으로 복잡해질 수 있다.

건물 유형별로 개별 건물이 도달해야 할 연간 온실가스 배출원단위(벤치마크)는 유형별 배출원단위 빈도분포를 바탕으로 건물부문 온실가스 감축목표를 반영해 산정할 수 있다. 예를 들어 연면적이 10천㎡인 a라는 건물이 건물 유형 A에 속하고, 건물 유형 A는 [그림 6-2]와 같은 빈도분포를 갖는다고 하자. 당국이 벤치마크 값을 0.056톤 CO₂eq/㎡/yr으로 정하면, a를 포함해 A 유형에 속하는 모든 건물은 1년 동안 단위면적당 온실가스 배출량을 0.056톤CO₂eq 이하로 맞추어야 한다. 이때 a 건물이 1년 동안 배출할 수 있는 최대 온실가스는 아래 식과 같은 방식에 따라 560톤CO₂eq이 된다. 최근 a 건물이 평균적으로 연간 1,000톤CO₂eq를 배출하고 있었다면, a 건물은 연간 440톤CO₂eq를 줄여야 한다. 페널티가 충분히 높다면 A 유형에 속한 모든 건물들은 이러한 원단위를 충족하게 될 것이다.

$$\text{배출할당량(톤 } CO_2eq/yr) = \text{연면적}(m^2) \times \text{벤치마크 값(톤 } CO_2eq/m^2/yr) \quad [\text{식 6-1}]$$

$$\text{필요감축량(톤 } CO_2eq/yr) = \text{연간배출량(톤 } CO_2eq/yr) - \text{배출할당량(톤 } CO_2eq/yr) \quad [\text{식 6-2}]$$

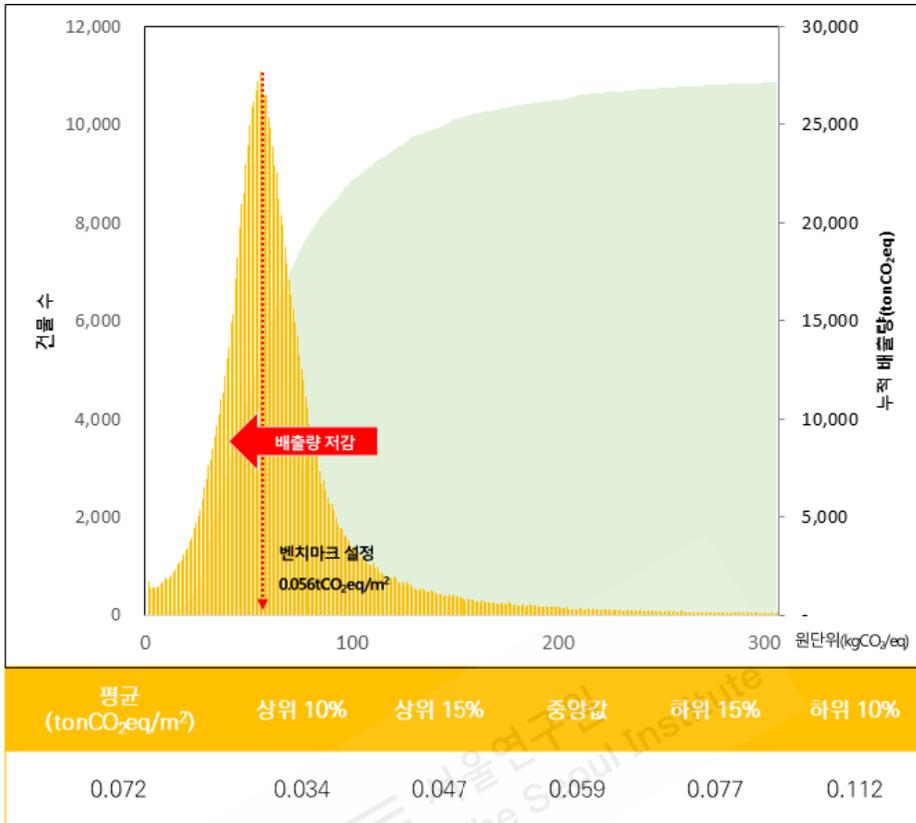
만일 건물 유형 A에 앞서 제시한 a 건물 이외에도 b(연면적 5천㎡)라는 건물과 c(연면적 15천㎡)라는 건물이 있는데, b 건물은 연간 온실가스를 200톤CO₂eq 배출하고, c 건물은 연간 온실가스를 1,000톤CO₂eq 배출하고 있었다면, 개별 건물의 온실가스 필요감축량은 아래와 같이 산정할 수 있다.

$$\text{건물 } a \text{의 필요 감축량} = 1,000 \text{톤 } CO_2eq/yr - 10,000m^2 \times 0.056 \text{톤 } CO_2eq/m^2/yr = 440 \text{톤 } CO_2eq/yr \quad [\text{식 6-3}]$$

$$\text{건물 } b \text{의 필요 감축량} = 200 \text{톤 } CO_2eq/yr - 5,000m^2 \times 0.056 \text{톤 } CO_2eq/m^2/yr = -80 \text{톤 } CO_2eq/yr \quad [\text{식 6-4}]$$

$$\text{건물 } c \text{의 연간 감축량} = 1,000 \text{톤 } CO_2eq/yr - 15,000m^2 \times 0.056 \text{톤 } CO_2eq/m^2/yr = 160 \text{톤 } CO_2eq/yr \quad [\text{식 6-5}]$$

[식 6-4]에서 건물 b의 필요감축량이 음수인 것은 건물 b의 현재 온실가스 배출원단위가 당국이 정한 벤치마크보다 낮기 때문에 건물 b는 개념적으로는 온실가스를 연간 80톤CO₂eq 추가로 배출할 수 있음을 의미한다.



[그림 6-2] 건물 벤치마크 산정 방법론

종합하면 건물 유형 A의 온실가스 총 배출량은 총량제를 시행하기 이전에는 2,200톤 CO₂eq이었지만, 총량제를 시행한 후에는 1,680톤CO₂eq으로 줄어들게 된다. 총량제 시행으로 건물 온실가스 배출량을 23.6% 줄일 수 있게 된 것이다. 만일 건물 b가 추가로 온실가스를 배출하는 대신 현재 배출 수준을 그대로 유지한다고 가정하면 온실가스 감축률은 27.2%가 된다. 유형별로 배출량이 감소하는 정도는 당국이 벤치마크 값을 얼마로 선정하느냐에 따라 달라진다. 가령 벤치마크 값을 0.044톤CO₂eq/m²/yr으로 정하면, 건물 유형 A의 총 온실가스 감축률은 40.0%가 된다. 만일 서울의 건물부문 온실가스 감축목표가 2030년까지 40%이면 2030년 기준 벤치마크 값을 0.044톤CO₂eq/m²/yr으로 정하고 건물 온실가스 총량제를 시행하면 온실가스 감축 목표를 달성할 수 있다.

이해를 돕기 위해 단순한 예를 통해 살펴보았지만, 개념적으로는 위와 같은 과정으로

유형별로 벤치마크 값을 서울시 건물부문 온실가스 감축목표와 연동해서 정하면 자연스럽게 건물 온실가스 감축목표를 달성할 수 있다.

이러한 산정방식은 기본적으로 다음과 같은 가정에 기반한다. 벤치마크보다 온실가스 배출원단위가 높은 건물의 원단위는 총량제 도입 후에는 모두 벤치마크에 해당하는 원단위로 낮아진다. 즉, 모든 건물은 규제에 100% 순응하며 총량제에서 정한 것 이상으로 온실가스를 더 줄이려는 건물은 없다. 이러한 가정이 작동하기 위해서는 총량제 미이행에 대한 페널티가 충분히 높아야 한다. 관련하여 건물 에너지효율 개선사업의 특성상(공사의 불편함, 중장기 계획 등) 벤치마크에서 요구하는 것보다 더 많은 양을 감축하는 건물이 생길 수 있다. 연차별로 감축 목표를 강화하고 개별 건물이 이를 사전에 인지하도록 하면, 개별 건물은 그린리모델링 등 공사 계획 시 당장에 필요한 것 이상으로 배출원단위를 더 줄이려 할 수 있다. 따라서 규제 미이행 건물에 대한 페널티를 충분히 높이고 벤치마크를 점진적으로 상향하며 이를 개별 건물에게 충분히 인지시킬 수 있다면, 총량제를 통한 온실가스 감축량은 이론적인 것보다는 더 많아질 수 있다.

다만 이와 같이 벤치마크 방식을 적용하더라도 여전히 온실가스 총량제에 포함되지 않는 대상건물과 벤치마크보다 온실가스 배출원단위가 낮은 건물에서는 추가적으로 온실가스 감축을 위해 노력해야 할 동기가 부족한 편이다. 이에 이 연구에서는 총량제 의무대상이 아닌 건물이 자발적으로 건물 온실가스를 감축하면 이를 상쇄크레딧으로 인정하고, 총량제 의무대상 건물이 상쇄크레딧을 구입하면 목표달성을 위해 사용할 수 있도록 허용하는 방안을 제안한다. 물론 현재는 총량제 의무대상이 아닌 건물일지라도 향후에는 서울시 계획에 따라 총량제 대상건물에 포함될 수 있다. 이 경우 총량제 대상이 아닌 기간 동안 인정받은 상쇄크레딧을 조기감축량으로 추후에 활용할 수 있도록 허용할 필요도 있다. 이렇게 되면 단기적으로는 규제대상에 포함되지 않는 소규모 건물도 온실가스를 자발적으로 감축할 동기가 생길 수 있다. 감축량을 대규모 건물에 판매하거나 향후 규제대상에 포함될 때 할당목표 달성을 위해 활용할 수 있기 때문이다. 한편 당국이 정한 벤치마크보다 건물의 실제 온실가스 배출원단위가 더 낮은 건물에게는 현재 수준보다 온실가스 배출량을 더 낮출 경우 추가 감축량으로 인정해주고, 이를 다음 의무이행기간에 활용할 수 있도록 허용하면 어느 정도 동기부여가 될 수 있을 것이다. 물론 배출권거래제도를 도입하면 이러한 인센티브 문제는 자연스럽게 해결될 수 있다.

3) 중장기 도입방안

중장기적으로는 민간건물에 대한 온실가스 총량제 대상범위를 점진적으로 확대할 것을 제안한다. 현재 서울시는 2023년부터 연면적 10천㎡ 이상 건물에 대해 온실가스 총량제를 도입할 계획이다. 2026년부터는 5천㎡ 이상, 2030년부터는 3천㎡ 이상 건물 등으로 대상을 확대할 수 있을 것이다. 다만, 총량제 대상에 확대할 경우 관리대상이 크게 늘어나 행정적 비용이 과다해질 수 있기 때문에 행정적 비용과 환경적 효과를 비교해서 대상범위를 정해야 할 것이다. 연차별로 총량제 대상을 확대하더라도 총량제 대상에 포함되지 않는 건물에 대해서는 앞서 제시한 바와 같이 온실가스를 자발적으로 감축하여 대규모 건물에 감축량을 판매하거나 향후에 규제대상에 포함될 때를 대비하여 보유하고 있을 수 있도록 해야 할 것이다.

인센티브 문제를 해결하기 위해서는 중장기적으로는 배출권거래시스템을 도입할 필요가 있다. 총량할당 대상 건물이 총량기준보다 더 많이 감축하면 거래시장에서 판매할 수 있고, 총량기준보다 덜 감축하여 감축량이 부족하면 거래시장에서 배출권을 구입할 수 있도록 하는 방식이다. 이러한 시장메커니즘은 벤치마크보다 온실가스 배출원단위가 낮은 건물이 추가적으로 온실가스 감축을 위해 노력해야 할 동기가 될 수 있으며, 온실가스 감축을 위한 한계비용이 높은 건물에게는 비용 효과적으로 규제를 이행할 수 있는 방법이 될 수 있다. 참고로 앞서 살펴보았듯이 도쿄는 이미 건물 온실가스 배출 관리를 위해 배출권거래제도를 도입하고 있으며, 뉴욕도 배출권거래 시스템 도입을 위한 연구를 수행하고 있다.

배출권거래제도 운영방식은 도쿄 사례와 국가 ETS 방식 등을 참고하여 [표 6-1]과 같이 정할 수 있다. 물론 이는 초안으로 향후 배출권거래제도 운영을 본격화할 때 최종 방안을 마련해야 할 것이다. 관련하여 서울시 건물부문 배출권거래제도 시스템을 구축하고 도입하기 위한 로드맵을 제안하면 아래와 같다. 우선 2021년에는 배출권거래제 도입을 위한 타당성 연구를 수행하고, 타당성 검토 결과를 바탕으로 2023년까지 거래시스템을 개발할 것을 제안한다. 2024년부터 2025년까지는 시스템 시범운영을 하고, 2026년부터 배출권거래 시스템을 본격적으로 도입할 것을 제안한다. 타당성 검토 시에는 일반적인 비용효과성뿐 아니라, 국가 ETS와의 관계설정 방안 등을 면밀히 검토할 필요가 있다. 구체적으로 서울 ETS에서 발생한 감축 분을 국가 ETS의 외부사업으로 인정하는 방안이나, 반대로 국가 ETS에서 발생한 감축 분을 서울 ETS에서 활용하는 방안 등에 대한 검토가 필요하다. 또한 총량할당 대상이 아닌 소규모

건물의 자발적 감축 실적을 서울 ETS에서 판매 가능하도록 제도화하는 방안에 대한 검토도 필요하다.

[표 6-1] 서울형 ETS 도입 방안(안)

구분	도입 방안	비고
목표	서울시 총 온실가스 감축 목표와 연계 (2030년까지 2005년 대비 40% 감축, 2050년 탄소중립 달성)	
이행기간	2026년 도입, 5년 단위 이행기간 설정	
감축대상	서울시 건물 온실가스 총량제 대상 건물(단위면적 기준)	국가 ETS는 배출량 기준으로 산업부문 중심의 법외 단위
대상 온실가스	건물에서 사용하는 전기, 지역난방, 도시가스에서 발생하는 온실가스(전력과 열의 간접배출 포함)	국가 ETS는 직접배출만을 고려
할당방식	벤치마크 방식 무상할당	국가 ETS : 초기 그랜드 파더링 → 벤치마크 + 유상할당
	5개년 할당량 = 벤치마크 값(연간 배출량/면적) × 면적 × 이행기간 목표량을 초과해 감축한 실적에 대해서는 크레딧 부여 및 거래 허용	도교 ETS와 유사
이월 / 차입	이월은 인접 기간만 허용, 차입은 불가	
상쇄크레딧	ETS 비대상 건물 크레딧, 재생가능에너지 크레딧, 흡수원 크레딧	도교 ETS와 유사
MRV	제3자를 통한 검증 의무화	
패널티	전년도 연평균 탄소거래가격의 3배 벌금, 정보공개	국가 ETS와 유사
시장안정화조치	가격 폭등 시 상쇄크레딧 공급 조절	
거래시스템	별도 배출권 거래시스템 개발	도교 ETS와 차이

장기적으로는(2030년 이후) 배출권거래제도에 포함되지 않는 소규모 건물에 대해서는 탄소세를 도입하는 방안도 검토할 수 있다. 탄소세 요율은 이론적으로는 탄소의 사회적비용을 산출해 적용할 수 있지만, 탄소의 사회적비용을 둘러싼 불확실성과 탄소세를 적용받는 경우의 탄소가격과 배출권거래제도를 적용받는 경우의 탄소가격이 다를 때 시장이 겪을 혼선을 고려하면, 서울의 배출권거래시장에서 거래되는 평균적인 탄소가격을 기준으로 탄소세 요율을 정하는 방법이 유용할 수 있다. 배출권거래제도의 적용을 받지 않는 건물에게 탄소세를 적용하되, 탄소세 요율을 서울 배출권거래

제도의 평균거래가격과 동일하게 하면, 온실가스 총량제를 적용받는 대상이나 적용받지 않는 대상이나 동일한 탄소의 가격을 고려해 에너지소비의 비용과 편익을 판단해야 한다는 점에서 실질적으로 같다. 이렇게 실질적 효과가 같다면 왜 굳이 다른 방법을 적용하는가라는 의문이 생길 수 있다. 이는 소규모 건물들 모두를 배출권거래제도에 포함하게 되면 이를 관리하기 위한 행정적 비용이 커질 수 있기 때문이다. 따라서 소규모 건물에게는 탄소세를 부과하는 것이 더 효율적일 수 있다.

2_수송부문

1) 기본방향

수송부문에서는 단기적으로는 녹색교통진흥지역에서 시행하고 있는 친환경등급(배출가스 등급)에 따른 자동차운행제한의 대상을 확대하되, 시장메커니즘 요소를 반영해 위반 차량에 대한 과태료를 배출가스 등급에 따라 차등하는 방법을 제안한다. 또한 현재 남산터널에서 부과되고 있는 혼잡통행료를 개편해 자동차 배출가스 등급에 따라 통행료를 차등할 것을 제안한다.

중장기적으로는 녹색교통진흥지역을 서울 내 다른 지역으로도 확대하고, 이와 함께 새로 지정된 녹색교통진흥지역에서는 혼잡통행료도 함께 부과하는 방안을 제안한다. 참고로 서울시는 탄소중립 목표를 달성하기 위해 배출가스 등급에 따른 자동차 운행제한 대상 지역과 운행제한 차량을 [표 6-2]와 같이 점차 확대해나갈 계획이다. 이와 같은 로드맵에 따라 운행제한 대상 지역이 확대되면 이와 연계해 혼잡통행료 구간도 확대할 수 있다. 이 경우에도 배출가스 등급에 따라 통행료나 과태료는 차등할 것을 제안한다.

또한 수송부문에서는 중장기적으로 건물부문 배출권거래제도가 본격적으로 도입되는 시점(2026년 이후)에 맞추어 오염물질배출 기반 자동차 세제를 도입할 것을 제안한다. 유럽의 많은 국가에서 이미 시행하고 있는 것처럼, 차량의 규모나 판매가격에 따라 자동차세를 정하는 방식에서 환경에 미치는 부정적 영향을 기준으로 자동차세를 부과하는 방식으로 개편하는 것이다. 이때 개편 후 세수의 총액이 개편 전 세수의 총액과 같아지도록 세율을 조정하여 평균적인 차량 소유자의 부담이 커지는 것을 막을

필요가 있다. 물론 자동차 세제 개편은 서울시보다는 정부에서 다루어야 할 것이기에 정부 정책건의 사항으로 제시한다.

[표 6-2] 친환경등급에 따른 자동차운행제한 로드맵(안)

구분	현재	2022년	2025년	2028년	2030년	2035년	2040년	2050년	
운행 제한 차량	배출가스 등급	5등급	4~5등급	5등급	3~5등급	4~5등급	2~5등급	3~5등급	2~5등급
	연식 (경유차 기준)	2005년 이하	2009년 이하	2005년 이하	2018년 까지 출고	2009년 이하	모든 경유차	2018년 까지 출고	모든 경유차
	출고 후 기간 (경유차 기준)	최소 14년	최소 13년	최소 20년	최소 10년	최소 21년		최소 22년	
대상지역	녹색교통 진흥지역	녹색교통 진흥지역	서울시 전역	녹색교통 진흥지역	서울시 전역	녹색교통 진흥지역	서울시 전역	서울시 전역	
운행시간	상시(365일, 06~21시)				상시(365일, 24시)				
예외차량	저공해조치 이행으로 배출가스 기준등급 이상으로 조정된 차, 장애인차, 특수공용목적차, 긴급차, 외교용차				장애인차, 특수공용목적차, 긴급차, 외교용차				
과태료	10만원(3회 이상 위반 시 20만원)								
특이사항	환경부 배출가스등급 변경 시 변경된 등급기준을 따름, 관계법을 조정 시 해당 법률에 명시된 과태료 부과, 서울 외 지역 등록차량 포함, 녹색교통지역 확대 시 동일 적용, 저공해조치 차량은 매년 저공해조치 이행사항에 대한 점검을 받는 자동차에 한함(관계기관 확인서 필요)								

출처: 황인창 외(2020)

2) 단기 도입방안

현재 서울시에서는 남산터널 구간에서 1통행당 일반승용차 기준으로 2천원을 혼잡통행료로 부과하고 있다. 친환경자동차 등 일정기준에 부합하면 통행료를 감면해주고 있다. 서울시에서는 한양도성(중구와 종로구 일부 지역)을 녹색교통진흥지역으로 지정하여 상시적으로 아침 6시에서 밤 9시 사이 배출가스 5등급 차량의 운행을 제한하고 있다. 위반 시에는 10만원의 과태료가 부과된다. 서울시는 2022년부터 녹색교통진흥지역 운행제한 대상차량을 4등급 이하로 확대할 계획을 갖고 있다(서울시, 2020).

이 연구에서는 단기적으로는 이와 같은 서울시의 현황과 계획을 반영하되 시장메커니즘을 일부 반영할 것을 제안한다. 앞서 살펴보았듯이 영국 런던에서는 도심자동차 운행제한 제도를 강화하면서 운행제한 대상지역과 혼잡통행료 부과지역을 일치시키고, 차량의 배출가스 등급에 따라 통행료와 과태료를 차등하여 부과하고 있다. 서울에서도 남산터널을 통과해 도심에 진입하는 차량은 혼잡통행료 부과구간을 통과하는 동시에 5등급 운행제한 대상 지역을 운행하게 된다. 완벽하게 일치하지는 않지만, 어느 정도는 두 제도의 대상 지역이 겹친다고 할 수 있다. 다만 혼잡통행료 부과 구간을 녹색교통진흥지역 진입 구간으로 모두 확대하는 것은 현실적으로 어려울 수 있다. 따라서 현실적으로는 녹색교통진흥지역 운행제한 대상 차량을 4등급으로 확대하는 2022년부터는 배출가스 등급에 따라 위반차량에 대한 과태료를 차등하고, 혼잡통행료도 배출가스 등급에 따라 차등하는 것을 제한한다. 예를 들어 2022년부터는 녹색교통진흥지역 운행제한을 위반한 4등급 차량에는 현행과 같이 10만원의 과태료를 부과하고, 5등급 차량에는 15만원을 부과하는 방법을 고려할 수 있다. 더 세분화하자면, 화물차는 승용차에 비해 과태료 수준을 150%로 높이는 방안을 검토할 수 있다. 참고로 관련 법률에 따라 운행제한을 위반한 차량에 대해 부과할 수 있는 최대 과태료는 25만원이다. 혼잡통행료의 경우에도 2022년부터는 배출가스 1등급 차량은 면제하고, 2~3등급 차량은 현행처럼 2천원, 4등급 차량은 현행수준의 150%, 5등급 차량은 현행수준의 200%를 부과하는 방법을 고려할 수 있다. 물론 배출가스 등급에 따라 과태료 수준과 통행료 수준을 정확히 얼마로 정해야 하는지는 보다 정밀한 분석을 바탕으로 하여 사회적 논의를 통해 결정해야 할 것이다.

참고로 서울의 자동차운행제한 과태료는 다른 유럽과 유사한 수준이지만(황인창 외, 2018), 혼잡통행료는 낮은 편이다. 이를 감안하면, 운행제한 위반 차량에 대한 과태료는 앞서 제시한 것과 달리 5등급 화물차에게는 현행 수준인 10만원을 유지하되, 4등급 화물차에게는 조금 낮추는(예를 들어 8만원) 방법도 검토할 수 있다. 승용차의 경우 화물차에 비해 과태료 수준을 50% 정도로 낮게 책정할 수 있다. 혼잡통행료는 지금도 낮은 편이기 때문에 앞서 제시한 바와 같이 기본 통행료는 유지하되, 배출가스 등급에 따라 상향하는 방법이 적절할 것이다.

3) 중장기 도입방안

중장기적으로는 자동차 운행제한 대상과 범위가 확대됨에 따라 혼잡통행료 부과구간도 동일하게 확대하고, 자동차 배기가스 등급에 따라 과태료 수준과 혼잡통행료 수준을 조정하는 작업이 필요하다. 원칙은 앞서 제시한 것과 같이 배출가스 등급이 낮을수록(오염물질 배출량이 많을수록) 과태료와 통행료를 높게 부과하는 것이다.

이와 함께 중장기적으로는 오염물질 배출에 기반해 자동차 세제를 개편하는 작업이 필요하다. 오염물질 배출에 기반한 자동차세 산정방식은 단순화하면 [식 6-6, 7]과 같다. 먼저 자동차의 연간 주행거리와 차량의 배출계수를 곱하면 연간 오염물질 배출량을 산정할 수 있다. 현재도 많은 자동차보험사에서 차량별 주행거리를 집계하고 있기 때문에 주행거리는 제도가 확립되면 쉽게 확인할 수 있을 것이다. 차량의 오염물질 배출계수는 이론적으로는 실 주행 조건하에서의 배출계수를 적용해야 하지만, 아직 이에 대한 데이터가 충분하지 않기 때문에 우선 제작차 기준 배출계수를 적용할 필요가 있다. 필요에 따라서는 자동차 연식에 따라 보정계수를 적용해 배출계수를 상향조정할 수도 있다. 연간 자동차세는 위에서 구한 연간 배출량에 세율을 곱해 산정할 수 있다.

배출량($g/연$) = 주행거리($km/연$) × 배출계수(g/km) [식 6-6]

자동차세($원/연$) = 배출량($g/연$) × 세율($원/g$) [식 6-7]

자동차 세율은 이론적으로는 오염물질의 사회적 비용을 반영해 산정할 수 있지만, 오염물질의 사회적 비용 산정과 관련한 복잡성과 불확실성을 감안해 현실적으로는 다른 방법을 사용하는 것이 유용할 수 있다. 앞서 살펴본 해외 국가에서 사용하는 평균적인 세율을 활용할 수도 있으며, 국내외 배출권거래시장에서 거래되는 오염물질의 가격을 반영할 수도 있다.

탄소와 미세먼지 등 오염물질별로 사회적 비용이 다르기 때문에, 탄소배출에 따른 자동차세와 대기오염물질 배출에 따른 자동차세를 위와 같은 방식으로 별도로 산정한 후 합산하는 방식을 사용할 것을 제안한다.

이때 수용성 관점에서 중요한 것은 세율 산정 시 자동차 세제 변경으로 인한 정부의 세수변화를 고려해야 한다는 점이다. 배출량에 기반해 자동차세를 개편할 때 정부가 거둘 수 있는 세수의 총액은 변경 전 제도에 따라 정부가 거둘 수 있는 세수의 총액과

큰 차이를 보이지 않는 것이 좋다. 세율 산정 시 [식 6-8]에서처럼 조정계수를 활용하면 자동차 세제 개편 전후의 세수 차이를 최소화할 수 있다. 이러한 방식을 사용하면 평균적인 자동차의 소유자가 부담하는 자동차세는 변화가 없도록 하되, 오염물질 배출량이 많은 차량의 소유자는 예전보다 자동차세를 더 많이 부담하고, 오염물질 배출량이 적은 차량의 소유자는 예전보다 자동차세를 덜 부담하도록 할 수 있다.

$$\text{세율(원/g)} = \text{조정 전 세율(원/g)} \times \text{조정계수} \quad [\text{식 6-8}]$$

물론 장기적인 관점에서 세수 부족 등의 현실적인 문제가 발생할 때에는 세율을 조금 더 복잡하게 구성할 수 있다. 가령 세율 구성항목을 [식 6-9]와 같이 세분화하면, 기본세율 항목으로 환경문제로 인한 사회적비용 이외의 항목을 포함시킬 수 있다.

$$\text{세율(원/g)} = \text{탄소기반 세율(원/g)} + \text{오염물질기반 세율(원/g)} + \text{기본세율} \quad [\text{식 6-9}]$$

자동차 세제는 등록단계와 보유단계, 운행단계에 걸쳐 다양하게 부과할 수 있다. 위에서 제안한 자동차 세제는 기본적으로 보유단계에서 부과하는 것이다. 보유단계에서 부과하는 세제는 기본적으로 자동차의 거래를 제한하지 않으면서 실제 연간 주행거리 에 기반해 환경에 미치는 부정적 영향을 산정하고 이에 대해 과세하는 것이기 때문에 더 적절할 수 있다.

이 보고서에서는 단기적으로는 오염물질 배출에 기반해 통행료를 부과할 것을 제안했는데, 만일 중장기적으로 오염물질 배출량에 기반한 자동차세가 도입되면 배출량에 기반한 통행료는 감면하는 것도 필요할 수 있다. 물론 통행료에는 도로 기반시설에 대한 비용도 포함되어 있기 때문에, 자동차 세제가 개편된 이후에는 통행료가 도로 기반시설 비용 항목만 포함하도록 변경하는 것이 필요할 것이다.

참고문헌

- 김운수 외, 2016, “초미세먼지 배출원 인벤토리 구축 및 상세모니터링 연구”, 서울특별시.
- 녹색서울시민위원회, 2016, “2015 서울의 약속 점검 모니터링”, 서울특별시.
- 서울특별시, 2018, “서울시, 온실가스 줄여 3년간 167억원 확보... 소나무 1.2억 그루 식재효과”, 보도자료(2018.9.18.)
- _____, 2019, “서울시, 미세먼지 대책 생활 속에서 촘촘히... ‘10대 그물망대책’”, 기자설명회자료 (2019.4.15.)
- _____, 2020, “박원순 시장, 서울판 그린뉴딜로 경제위기 기후위기 동시극복”, 기자설명회자료 (2020.7.8.)
- 윤창인, 2010, “환경규제 강화와 녹색산업”, 한국환경산업기술원.
- 이수철, 2010, “동경도 배출권거래제도의 특징과 시사점”, 서울연구원 발표자료(2010.8.13.)
- 이재현, 2019, “친환경차시대를 대비한 교통세제 개편 사례 연구”, 국토연구원.
- 환경부, 2014, “배출권거래제는 '15년부터 시행저탄소차협력금제는 부담금 부과를 '20년 말까지 연기 하되, 내년부터 친환경차 보조금 확대”, 환경부 보도자료.
- 황인창, 2017, “서울시 미세먼지 관리정책 진단과 개선방안”, 서울연구원.
- 황인창·이윤희, 2018, “서울시 에너지부문 온실가스 감축 정책 점검 및 개선방안”, 서울연구원.
- 황인창 외, 2018, “지자체 교통부문 미세먼지 관리방안: 서울시 자동차 친환경등급제를 중심으로”, 서울연구원.
- _____, 2019, “친환경등급에 따른 서울시 자동차 운행제한 제도 도입방안”, 정책리포트, 서울연구원.
- _____, 2019, “2019년도 서울시인재개발원-서울연구원 교육과정 개발 협업 기후환경 정책과정”, 서울시인재개발원.
- _____, 2020, “파리협정 이행 위한 서울시 '2050 탄소중립' 전략”, 서울연구원.
- _____, 2020, “서울시 미세먼지 국제협력 강화방안”, 서울연구원.
- ACEA, 2020, ACEA Tax Guide, European Automobile Manufacturers Association.

Arimura, T. H. and Abe, T., 2019, The Impact of the Tokyo Emissions Trading Scheme on Office Buildings: What factor contributed to the emission reduction?, Discussion Paper Series No.1908, RIEEM.

ASFiNAG, 2020, GO toll rates 2020 for the section toll segments A9, A10, A11, A13, S16 and for A12, ASFiNAG.

City of New York, 2014, One City: Built to Last, The City of New York.

_____, 2016, One City: Built to Last Technical Working Group Report.

City of Stockholm, 2006, Facts and results from the Stockholm Trials, City of Stockholm.

C40, 2018, Consumption-based GHG emissions of C40 cities, C40 cities.

Fuzzi, S. et al., 2015, Particulate matter, air quality and climate: lessons learned and future needs, *Atmos.Chem.Phys*(15): 8217–8299.

GBG, 2018, A comparison of CO2 based car taxation in EU28, Norway and Switzerland, Green Budget Germany.

Helmers, E. et al., 2019, CO2-equivalent emissions from European passenger vehicles in the years 1995–2015 based on real-world use: Assessing the climate benefit of the European “diesel boom”, *Atmospheric Environment*, 198: 122–132.

ICAP, 2020, Japan–Tokyo Cap–and–Trade Program, International Carbon Action Partnership.

IEA, 2016, Energy and air pollution, World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency.

Ligterink, N. E and Smokers, R. T., 2016, Real-world fuel consumption of passenger cars based on monitoring of Dutch fuel-pass data, TNO.

Mayor of London, 2020, Detailed map of ULEZ expansion area.

_____, 2020, ULEZ–LEZ comparison table.

Muller J. and Le Petit, Y., 2019, Low–Emission Zones are a success – but they must now move to zero–emission mobility, *Transport and Environment*.

Nokes, T. et al., 2019, Preparation for collection and monitoring of real-world fuel consumption data for light and heavy duty vehicles, Report for European Commission, Ricardo Energy and Environment.

NYCC, 2019, NYC Carbon Emissions Bill Passed into Law–“Local Law 97”, New York City Council.

NYCMOS, 2020, Climate Mobilization Act: Frequently Asked Questions, New York City Mayor's Office of Sustainability.

Roppongi H, et al., 2016, Innovating in sub-national climate policy: the mandatory emissions reduction scheme in Tokyo. *Clim Policy* 17(4): 516-532.

Tai, A. P. et al., 2010, Correlations between fine particulate matter(PM2.5) and meteorological variables in the United States: Implications for the sensitivity of PM2.5 to climate change, *Atmospheric Environment* 44, 3976-3984.

Tainio, M. et al., 2013, Future climate and adverse health effects caused by fine particulate matter air pollution: case study for Poland, *Environ. Change*, 705-715.

TMG, 2010, Tokyo Cap-and Trade Program: Japan's first mandatory emissions trading scheme, TMG.

_____, 2020, Zero Emission Tokyo, Tokyo Metropolitan Government.

_____, 2020, Results of Tokyo Cap-and-Trade Program in the 9th Fiscal Year :Covered Facilities Continue Reducing Emissions in Second Compliance Period, Tokyo Metropolitan Government.

UNEP, 2011, "Near Term Climate Protection and Clean Air Benefits. United Nations Environmental Protection".

Wappelerst, S. et al., 2018, Using vehicle taxation policy to lower transport emissions: An overview for passenger cars in Europe, ICCT.

World Bank, 2014, The World Bank Annual Report 2014, World Bank.

_____, 2020, State and Trends of Carbon Pricing 2020, World Bank.

국가미세먼지정보센터 국가대기오염물질 배출량서비스 (<https://airemiss.nier.go.kr/>)

국토교통부 건축데이터 민간개방 시스템 (<https://open.eais.go.kr>)

국가통계포털 (<https://kosis.kr/index/index.do>)

도쿄도 홈페이지 (<https://www.metro.tokyo.lg.jp/>)

서울데이터광장 (<https://data.seoul.go.kr/>)

서울시 도시계획포털 (<http://urban.seoul.go.kr>)

World Bank Carbon Pricing Dashboard (<https://carbonpricingdashboard.worldbank.org>)

부록. 설문지

통계법 33조(비밀의 보호)에 의거 본 조사에서 개인의 비밀에 속하는 사항은 엄격히 보호됩니다.

ID

건물 온실가스 관리 정책 이해관계자 인식 및 정책 수요 조사

안녕하십니까?

서울연구원에서는 기후변화 문제를 해결하기 위해 다양한 연구 과제를 수행하고 있습니다.

이번 설문조사는 연구원에서 진행하고 있는 서울시 장기 기후변화 대응 과제의 일환으로,

서울시 건물 온실가스 관리 정책 도입에 앞서 이해관계자의 인식과 정책 수요를 파악하기 위한 목적으로

고안되었습니다. 이번 설문조사의 결과는 서울시의 장기 기후변화 대응 정책을 설계하는 데 있어 기초 자료로 활용될 예정입니다.

응답해 주신 정보는 연구 목적으로만 사용되며, 설문 및 개인 신상에 관한 내용은 「통계법」 제33조에 의해 비밀이 보장됨을 알려 드립니다.

바쁘시더라도 잠시만 시간을 내어 설문에 응답해 주시면 감사하겠습니다.

※ 서울연구원은 서울시민의 복리를 증진하고 서울의 지속가능한 발전에 이바지함을 목적으로 설립된 서울시 출연 연구기관입니다.

- ◆ **주관기관** : 서울연구원
- ◆ **조사기관** : ㈜리서치앤리서치
- ◆ **문의처** : 서울연구원 백종락 연구원 (☎ 02-2149-0000)
 (주)리서치앤리서치 김혜경 선임연구원 (☎ 02-3438-0000)

SQ1

귀하(사)가 사용하고 있는 건물의 점유 형태는 무엇입니까?

- ① 건물 일부 소유
- ② 건물 전체 소유
- ③ 건물 임대 → 조사중지
- ④ 기타() → 조사중지

문 6 귀하(사)가 소유(관리)중이신 건물에서는 다음 항목들을 설치/운영하고 있습니까?

문항	항목	해당함	해당하지 않음	모름
문 6-1	건물 온실가스 배출현황 파악 및 관리 (온실가스 보고서 작성, 에너지진단 수행 등)			
문 6-2	태양광, 수소연료전지 등 재생에너지 설치 및 활용			
문 6-3	그린리모델링 등 건물 에너지효율 개선사업 수행(단열보강, 창호보강 등)			
문 6-4	에너지 및 온실가스 관리 전담 부서(인력) 운영			
문 6-5	정부 에너지절약 시책(냉난방 적정온도 권고, 피크 시 전력수요 절감 등) 참여			
문 6-6	옥상 녹화, 벽면 녹화 등 기후변화 대응 사업			
문 6-7	기타()			

문 7 귀하(사)가 소유(관리)중이신 건물의 에너지비용(전기요금, 가스요금 등)은 얼마입니까?

문항	구분	에너지비용
문 7-1	봄철 (3월 ~ 5월) 월 평균	만원
문 7-2	여름철 (6월 ~ 8월) 월 평균	만원
문 7-3	가을철 (9월 ~ 11월) 월 평균	만원
문 7-4	겨울철 (12월 ~ 2월) 월 평균	만원
연평균 (연평균 값은 문7-1 ~ 문7-4에서 답한 값을 모두 더한 후 3을 곱하면 됩니다.)		(면접원 기입) 만원

문 7-5 귀하(사)가 소유(관리)중이신 건물의 월평균 에너지비용은 건물의 월평균 총 관
리비에서 어느 정도 비중을 차지합니까?

_____ %

PART 1	기후변화에 대한 기본인식 조사
---------------	-------------------------

문 8 귀하(사)는 기후변화 문제가 심각하다는 의견에 동의하십니까?

매우 동의한다	대체로 동의한다	보통이다	대체로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
①	②	③	④	⑤

문 9 기후변화로 인한 피해 중에서 귀하(사)에게 가장 우려되는 것은 무엇입니까?

- ① 건강영향(온열질환, 전염병 확산 등)
- ② 기상재해로 인한 재산 손실(슈퍼태풍, 폭우 등)
- ③ 생태계 훼손(서식지 파괴로 인한 동식물 멸종 등 생물다양성 손실, 자연경관 훼손 등)
- ④ 경제성장애 대한 부정적 영향(노동생산성 감소, 농작물 피해 증가 등)
- ⑤ 기후변화 피해의 지역적 격차에 따른 불평등 확대(상습침수지역, 쪽방촌 등)
- ⑥ 기타 (구체적으로: _____)

문 10 유엔기후변화협약(UNFCCC), 기후변화도시협의체(C40) 등 국제사회는 온실가스 감축을 통해 지구평균기온 상승을 산업화 이전 대비 1.5도 혹은 2도 이내로 억제하기로 합의하였습니다. 귀하(사)는 이와 같은 사실을 알고 계십니까?

잘 알고 있다	알고 있다	들어본 적이 있다	모른다	전혀 모른다
①	②	③	④	⑤

문 11 지구 평균기온 상승을 억제하기 위해서는 상당한 양의 온실가스 배출을 감축해야 하며, 이를 위해서는 에너지 소비를 큰 폭으로 줄이거나 재생 가능한 에너지를 큰 폭으로 늘려야 합니다. 이러한 정책 수행에는 많은 예산이 소요될 수 있고 생활의 불편을 겪을 수도 있습니다.

귀하(사)는 서울시도 국제사회의 이러한 노력에 동참해야 한다고 생각하십니까?

동참해야 한다	판단할 수 없다	동참할 필요 없다
①	②	③

↳ 문 11-1로

↳ 문 12로

↳ 문 11-2로

문 11-1 서울시도 국제사회의 노력에 동참해야 한다고 판단하신 이유는 무엇입니까?

다음의 선택지 중에서 귀하(사)의 의견에 가장 근접한 것 하나를 선택해 주십시오.

- ① 기후변화 문제의 심각성
(아래 선택지들의 내용과 상관없이 기후변화 문제를 해결하기 위해서는 서울시도 행동해야만 함)
- ② 온실가스 감축에 대한 서울의 책임
(서울은 온실가스를 다량으로 배출해왔기 때문에 기후변화에 대한 책임이 있음)
- ③ 국제사회 일원으로서 국제적 합의를 준수해야 함
(국제사회의 합의가 없었다면 온실가스 감축을 위해 노력할 필요 없음)
- ④ 온실가스 감축을 통한 사회경제적 편익
(대기질 개선을 통한 건강영향 개선, 신산업 투자를 통한 일자리 창출 등 경제적 파급 효과)
- ⑤ 기타 (구체적으로: _____)

문 11-2 서울시는 국제사회의 노력에 동참할 필요가 없다고 판단하신 이유는 무엇입니까?

다음의 선택지 중에서 귀하(사)의 의견에 가장 근접한 것 하나를 선택해 주십시오.

- ① 기후변화의 심각성에 대해 동의할 수 없어서
(지구평균기온 상승과 온실가스 감축은 관련성이 크지 않다고 생각해서)
- ② 기후변화에 대한 서울시의 책임이 크지 않아서
- ③ 다른 나라가 합의한 바를 이행한다는 것을 신뢰할 수 없어서
(국제사회가 함께 노력하지 않는 한 서울시의 노력만으로는 기후변화 문제를 해결할 수 없기 때문에)
- ④ 기후변화 정책을 수행하는 데 소요되는 예산이 너무 클 것 같아서(지방세 등 세금 부담)
- ⑤ 기후변화보다 더 중요하고 시급히 해결해야 할 문제들이 많아서
- ⑥ 기후변화 문제에 큰 관심이 없어서
- ⑦ 기타 (구체적으로: _____)

PART 2 건물부문 온실가스 감축에 관한 사항

문 12 서울시는 2050년까지 온실가스 순 배출량을 0(넷 제로)으로 만들기 위한 목표(탄소 중립)를 수립하고 관련 정책을 시행하고 있습니다. 이를 위해 건물부문에서는 온실가스 배출량을 2050년까지 2005년 대비 80% 줄어야 합니다. **귀하(사)는 이러한 서울시의 노력을 어떻게 평가하십니까?**

매우 충분하다	대체로 충분하다	보통이다	대체로 부족하다	매우 부족하다
①	②	③	④	⑤

문 13 귀하(사)는 서울시의 건물부문 온실가스 감축 노력에 동참할 의향이 있으십니까?

적극적으로 동참하겠다	대체로 동참하겠다	보통이다	대체로 동참하지 않겠다	전혀 동참하지 않겠다
①	②	③	④	⑤

↳ 문13-1로

문 13-1 귀하(사)가 **건물 온실가스 감축 노력에 동참하신다면 다음 중 어떠한 방법을 우선적으로** 활용하시겠습니까? 가장 우선순위가 높은 2가지를 선택해 주십시오.

1순위	2순위

- ① 건물에 태양광, 수소연료전지 등 신재생에너지 설비 설치
- ② 노후한 에너지 이용기거나 설비 교체(고효율 기기나 설비 설치)
- ③ 그린리모델링 사업 등을 통한 건물 에너지효율 개선(BRP 등)
- ④ 에너지절약 실천
- ⑤ 옥상녹화, 벽면녹화 등 기후변화 대응 사업
- ⑥ 지역 내 다른 건물이나 부지 등 관리 건물 이외 공간에서의 온실가스 감축사업 수행(건물 온실가스 감축량 상쇄 인정)
- ⑦ 직접 감축 보다는 거래시장에서의 탄소배출권 구입
- ⑧ 기타 (구체적으로: _____)

문 14 귀하(사)는 **서울시의 제로에너지건축 계획에 대해 동의하십니까?**

※ 참고 : 제로에너지건축은 신축 및 개보수(리모델링) 건물에 적용될 예정입니다.

매우 동의한다	대체로 동의한다	보통이다	대체로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
①	②	③	④	⑤

↳ 문14-1로

문 14-1 동의하지 않는다고 응답하신 이유는 무엇입니까?

- ① 기후변화의 심각성(또는 온실가스 감축 필요성)에 동의하지 않아서
- ② 제로에너지건축이 온실가스 감축에 큰 역할을 하지 않을 것 같아서
- ③ 제로에너지건축 이행을 위한 비용이 너무 많이 들어서
- ④ 이미 많은 환경관련 규제수단을 적용받고 있어서
- ⑤ 기타 (구체적으로: _____)

문 15 귀하(사)는 서울시의 건물 온실가스 총량제 계획에 대해 동의하십니까?

매우 동의한다	대체로 동의한다	보통이다	대체로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
①	②	③	④	⑤

↳ 문15-1로

문 15-1 동의하지 않는다고 응답하신 이유는 무엇입니까?

- ① 기후변화의 심각성(또는 온실가스 감축 필요성)에 동의하지 않아서
- ② 건물 온실가스 총량제가 온실가스 감축에 큰 역할을 하지 않을 것 같아서
- ③ 온실가스 총량 관리를 위한 비용이 너무 많이 들어서
- ④ 이미 많은 환경관련 규제수단을 적용받고 있어서
- ⑤ 기타 (구체적으로: _____)

문 16 다음에 제시한 온실가스 총량 설정 방식 중 귀하(사)가 가장 선호하는 방법은 무엇입니까?

- ① 건물이 자체적으로 정한 온실가스 감축 목표 적용(자발적 감축 목표)
- ② 모든 건물에 동일한 감축 목표 적용
(예를 들어 모든 건물은 2030년까지 기준년도 대비 온실가스 배출량 40% 감축)
- ③ 건물 용도와 규모별 온실가스 배출 현황을 고려해 각기 다른 감축 목표 적용
(국가 온실가스 배출권 거래제도와 유사한 벤치마크 방식 활용)
- ④ 기타 (구체적으로: _____)

문 17 다음에 제시한 **건물 온실가스 총량제 운영 방안 중 귀(사)가 가장 선호하는 것은 무엇입니까?**

- ① 감축 목표를 달성하지 못한 건물에 대한 행정조치 또는 과태료 부과
- ② 배출권 거래 방식 적용(목표보다 더 많이 감축한 건물은 다른 건물에게 초과분을 판매할 수 있고, 목표보다 덜 감축한 건물은 다른 건물에서 부족분을 구입할 수 있도록 허용)
- ③ 감축 목표를 달성하지 못한 건물에게는 온실가스 초과 배출량에 대해 1kg 당 요율을 정해 탄소세 부과
- ④ 기타 (구체적으로: _____)

문 18 서울시가 제로에너지건축, 건물 온실가스 총량제 등 **건물부문 온실가스 감축 계획을 본격적으로 시행하기에 앞서 먼저 이루어져야 할 것은 무엇이라고 생각하십니까?**
다음 보기 중에서 가장 우선순위가 높은 2가지를 선택해 주십시오.

1순위	2순위

- ① 건물 온실가스 감축 관련 제품과 기술에 대한 표준화, 기술지원 및 정보 제공
- ② 금융지원 등 온실가스 감축 사업 인센티브 방안 마련
- ③ 건물 관련 이해관계자 의견수렴과 협의(공청회, 민관협의체 등)
- ④ 투명하고 공정한 제도설계(정확한 온실가스 배출 정보 시스템 구축, 공정한 상벌체계 확립 등)
- ⑤ 기타(구체적으로: _____)

문 19 **건물 온실가스 감축사업 관련 인센티브 중에서 귀(사)가 가장 선호하는 것은 무엇입니까?** 다음 보기 중에서 가장 우선순위가 높은 2가지를 선택해 주십시오.

1순위	2순위

- ① 건축물 관련 규제(용적률, 건축물 높이, 기부채납 부담률 등) 완화
- ② 신재생에너지 설치, 그린리모델링 등 온실가스 감축 사업에 대한 보조금 지원
- ③ 저금리 금융상품 마련, 주택도시기금 대출한도 확대, 신용보증 등 금융 지원
- ④ 소득세, 법인세, 취득세, 재산세, 등록세 등 세제혜택
- ⑤ 온실가스 감축 우수사례에 대한 포상과 적극적 홍보
- ⑥ 기타(구체적으로: _____)

문 20 건물 온실가스 감축 사업을 통해 귀하(사)가 기대하는 긍정적인 영향은 무엇입니까?

다음 보기 중에서 가장 우선순위가 높은 2가지를 선택해 주십시오.

1순위	2순위

- ① 에너지 효율 향상으로 인한 에너지 비용 절감
- ② 녹색건축물인증 등을 통한 정부와 지자체 인센티브 획득
- ③ 건물 이미지 향상으로 인한 부동산 가치 상승(친환경 건물)
- ④ 온실가스 감축을 통한 기후변화 대응에 기여
- ⑤ 기타 (구체적으로: _____)

문 21 서울시의 건물부문 온실가스 감축 정책 도입으로 귀하(사)가 예상하는 부정적인 영향은 무엇입니까? 다음 보기 중에서 가장 우선순위가 높은 2가지를 선택해 주십시오.

1순위	2순위

- ① 건물 온실가스 감축을 위해 소요되는 추가적인 비용(경제적 손실)
- ② 건물 온실가스 배출량 관리 등을 위한 추가적인 업무 부담(전담인원 배치 등)
- ③ 건물 실사용자(입주자)와의 갈등
- ④ 에너지이용설비 교체, 신재생에너지 설비 설치, 그린리모델링 등 공사에 따른 번거로움
- ⑤ 기타 (구체적으로: _____)

문 22 서울시의 건물부문 온실가스 감축 정책 도입에 따른 영향을 종합적으로 검토해봤을 때 귀하(사)는 어떤 영향이 더 크다고 생각하십니까?

- ① 긍정적 영향이 더 클 것이다.
- ② 부정적 영향이 더 클 것이다.
- ③ 긍정적이지도, 부정적이지도 않을 것이다.

“귀중한 시간을 내어 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사드립니다.”

Abstract

Market Mechanisms for Addressing Climate Change and Air Pollution in Seoul

In Chang Hwang · Jong-Rak Baek

Climate change and air pollution are related to each other in multiple ways, though the relationship remains complex and evolving. The two environmental issues' most common factor stems from the fact that the main source of carbon emissions and air pollutants is the rising consumption of fossil fuels in the building and transport sector (including electricity consumption related to indirect emissions). The Seoul Metropolitan Government has implemented various measures for addressing climate change and air pollution, including the deployment of renewable sources, the improvement of energy efficiency, and demand control since the late 2000s. The approach of Seoul's policy, centering around mainly a 'command and control' style, was, to some extent, successful in reducing carbon emissions and air pollutants. However, the trend has reversed recently, and the level of emissions has slightly increased since the mid-2010s. External forces such as weather conditions (e.g., heat waves, cold snaps) remain the key factors for the recent increase in emissions. Additionally, the command and control approach has a limit for the further deep reduction of carbon emissions and air pollutants. Private sector actors, including corporations and the general public, are important players for the management of energy-related emissions. It is necessary to introduce flexible mechanisms which allow stakeholders and citizens to actively respond to a

common future mission (e.g., carbon neutrality by 2050, sustainable development goals). Market mechanisms can assist in adjusting the actions of stakeholders and citizens, mainly through the internalization of externalities through market price adjustments. As a result, well-designed market mechanisms can lead to a deep reduction of emissions, as these price adjustments can dramatically influence the decision-making process of both individual actors and corporations.

This report reviews market mechanisms implemented worldwide for the purpose of emissions reduction in the building and transport sector, and discusses the findings that were gathered over the course of the study's duration. Most significantly, we recommend a cap and trade scheme for the management of carbon emissions in the building sector. For the transport sector, we recommend the introduction of an emissions-based vehicle tax, with the tax rate being based on the level of carbon emissions and air pollutants. This report presents basic principles and strategies for the introduction of the two schemes in Seoul, and proposes a tentative road-map for the future. The issue of acceptability is also discussed within the survey results.



서울대학교
The Seoul National University

Contents

01 Introduction

- 1_Background
- 2_Research Purpose

02 Emissions of Carbon and Air Pollutants in Seoul

- 1_Emissions of Carbon and Air Pollutants
- 2_Building Sector
- 3_Transport Sector
- 4_Policy Measures
- 5_Lessons Learned

03 Case Studies: Building Sector

- 1_Introduction
- 2_Tokyo
- 3_New York
- 4_Policy Implications

04 Case Studies: Transport Sector

- 1_Introduction
- 2_Vehicle Tax Based on Emissions
- 3_Road Toll Based on Emissions
- 4_Policy Implications

05 Stakeholder's Perception and Acceptability

- 1_Stakeholder Survey

2_Management of Carbon Emissions and Energy Bill

3_Perception of Climate Change

4_Public Acceptability

06 Policy Recommendations

1_Building Sector

2_Transport Sector



온실가스과 미세먼지 저감 위한
경제적 수단 도입 방안

서울연 2020-PR-08

발행인 서왕진

발행일 2020년 10월 31일

발행처 서울연구원

ISBN 979-11-5700-549-9 93530 10,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

이 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.